



TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISIS LAJU SEDIMENTASI DI PLTU SURALAYA AKIBAT REKLAMASI PENGEMBANGAN UNIT 9 DAN UNIT 10

IRIN YANITA

NRP. 04311240000013

Dosen Pembimbing:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr.Eng., Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



FINAL PROJECT - MO 141326

ANALYSIS OF SEDIMENT TRANSPORT IN PLTU SURALAYA AS AN EFFECT OF UNIT 9 AND UNIT 10 RECLAMATION ACTIVITIES

IRIN YANITA

NRP. 04311240000013

Supervisors:

Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr.Eng., Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

Department of Ocean Engineering

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS LAJU SEDIMENTASI DI PLTU SURALAYA AKIBAT REKLAMASI PENGEMBANGAN UNIT 9 DAN UNIT 10

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

IRIN YANITA

NRP. 04311240000013

Disetujui oleh :

1. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D . (Pembimbing 1)

2. Dr.Eng., Muhammad Zikra S.T., M.Sc. (Pembimbing 2)

3. Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M.Sc. (Penguji 1)

4. Dr.Eng., Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. (Penguji 2)

Surabaya, Januari 2018

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

ANALISIS LAJU SEDIMENTASI DI PLTU SURALAYA AKIBAT REKLAMASI PENGEMBANGAN UNIT 9 DAN UNIT 10

Nama Mahasiswa : Irin Yanita

NRP : 04311240000013

Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS

Dosen Pembimbing : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.

Dr.Eng., Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Kegiatan pembangunan akan memiliki dampak pada daerah di sekitarnya, baik berupa pembangunan pelindung pantai, fasilitas pantai maupun kegiatan reklamasi. Sehingga diperlukan perencanaan yang sesuai terutama untuk masalah yang akan ditimbulkan seperti sedimentasi, erosi, serta dampak lingkungan lainnya. Sehingga perencanaan teknis dan kelayakan reklamasi kawasan PLTU Suralaya terkait pengembangan unit 9 dan unit 10 perlu dilakukan agar kegiatan-kegiatan yang diperkirakan dapat mempengaruhi kualitas dan kondisi lingkungan sekitar dapat diantisipasi. Penelitian ini membandingkan hasil pemodelan hidrodinamika dan laju sedimentasi pada kondisi eksisting, alternatif 1 perencanaan reklamasi dan alternatif 2 perencanaan reklamasi akibat rencana pengembangan unit 9 dan unit 10 di PLTU Suralaya dengan menggunakan software Delft3D. Hasil pemodelan eksisting menunjukkan volume sedimentasi yang terjadi pada 4 area observasi secara berturut-turut adalah 462.16 m³, 61.16 m³, 7309.54 m³, 10912.0 m³. Sedangkan volume sedimentasi untuk kondisi alternatif 1 perencanaan reklamasi pada 4 area observasi secara berturut-turut adalah 2.90 m³, 93.35 m³, 5879.0 m³, 27683.70 m³. Dan volume sedimentasi untuk kondisi alternatif 2 perencanaan reklamasi pada 4 area observasi secara berturut-turut adalah 26.70 m³, 6.29 m³, 4808.42 m³, 19346.90 m³. Hasil pemodelan dari alternatif 1 dan alternatif 2 mengalami penurunan sedimentasi dan erosi sebesar 30% dan 25% dibandingkan dengan hasil pemodelan eksisting. Sehingga dapat disimpulkan bahwa reklamasi yang dilakukan di PLTU Suralaya berdasarkan perencanaan layout alternatif 1 maupun alternatif 2 tidak menimbulkan dampak negatif yang dapat mempengaruhi lingkungan di sekitar area reklamasi.

Kata Kunci: Laju Sedimentasi, Perencanaan Reklamasi, PLTU Suralaya.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

**ANALYSIS OF SEDIMENT TRANSPORT IN PLTU SURALAYA AS
AN EFFECT OF UNIT 9 AND UNIT 10 RECLAMATION
ACTIVITIES**

Student Name : Irin Yanita
NRP : 04311240000013
Department : Ocean Engineering FTK-ITS
Supervisors : Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D.
Dr.Eng., Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Development activities will have an impact to the surrounding areas, such as the construction of coastal protection, coastal facilities or reclamation activities. So appropriate planning is required, especially for problems that will be generated such as sedimentation, erosion, and other environmental impacts. Therefore, the technical planning and feasibility of PLTU Suralaya reclamation area related to the development of 9 and 10 units should be done so that activities expected to affect the quality and condition of the surrounding environment can be anticipated. This study compared the results of hydrodynamic modeling and sediment transport on existing conditions, alternatives 1 of reclamation design and alternative 2 of reclamation design due to the development plan of unit 9 and unit 10 in PLTU Suralaya using Delft3D software. The result of existing modeling indicates that volume of sedimentation in 4 observation areas in a row was 462.16 m³, 61.16 m³, 7309.54 m³, 10912.0 m³. While the volume of sedimentation for alternative 1 of reclamation design modeling in 4 observation areas were 2.90 m³, 93.35 m³, 5879.0 m³, 27683.70 m³, respectively. And sedimentation volume for alternative 2 of reclamation design modeling in 4 observation areas were 26.70 m³, 6.29 m³, 4808.42 m³, 19346.90 m³, respectively. The results of alternative 1 and alternative 2 modeling could reduce sedimentation and erosion amounted to 30% and 25% compared with the existing modeling results. So it can be concluded that the reclamation activities in PLTU Suralaya based on alternative layout design 1 or alternative layout design 2 did not cause a negative impact that will be affected environment around reclamation area.

Keywords: Sediment Transport, Reclamation Plan, PLTU Suralaya.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Laju Sedimentasi di PLTU Suralaya Akibat Reklamasi Pengembangan Unit 9 dan Unit 10” dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Studi Sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Dalam pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu penulis mengharapkan adanya saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini ataupun untuk penelitian selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan.

Surabaya, Januari 2018

Irin Yanita

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, dorongan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi dan dukungan secara moral maupun materil kepada penulis agar penulis mampu menyelesaikan perkuliahan tahap sarjana serta Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Wali dan Dosen Pembimbing 1 penulis yang berkenan meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan, memotivasi dan memberi masukan secara sabar serta ilmu yang berguna dalam penyelesaian masa studi dan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng., Muhammad Zikra, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi dan memberikan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Wahyudi Citrosiswoyo, M.Sc. dan Bapak Dr.Eng., Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan selama proses persidangan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Keluarga Besar Angkatan 2012 Teknik Kelautan FTK – ITS (VARUNA) atas kebersamaan dalam segala canda, tawa, tangis, susah, dan senang yang telah dilalui bersama.
6. Ilham Cahya yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan memotivasi penulis dengan sabar.
7. Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Kelautan FTK – ITS, serta para dosen dan karyawan Departemen Teknik Kelautan FTK – ITS.
8. Seluruh warga Teknik Kelautan FTK - ITS, dan seluruh pihak yang telah membantu dan memotivasi.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Pola Arus.....	6
2.3 Pasang Surut.....	6
2.4 Karakteristik Sedimen.....	8
2.5 Transpor Sedimen	9
2.6 Pemodelan Hidrodinamika & Transpor Sedimen	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Diagram Alir Penelitian	15
3.2 Metodologi Pengerjaan	17
BAB IV ANALISIS & PEMBAHASAN	21
4.1 Lokasi Studi	21
4.2 Peta Batimetri.....	21
4.3 Data Pasang Surut	22
4.4 Temperatur	23
4.5 Sampling Sedimen	24
4.6 Data Arus	25
4.7 Pemodelan Eksisting PLTU Suralaya	26
4.7.1. Persiapan Model	26
4.7.2. Simulasi Pemodelan	28
4.7.3. Validasi Model	28
4.7.4. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika Kondisi Eksisting	30
4.7.5. Hasil Simulasi Model Sediment Transport.....	34
4.8 Pemodelan Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi PLTU Suralaya	38
4.8.1. Persiapan Model	39
4.8.2. Simulasi Model.....	41
4.8.3. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika Kondisi Alternatif 1	41
4.8.4. Hasil Simulasi Model Sediment Transport.....	46
4.9 Pemodelan Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi PLTU Suralaya	50
4.9.1. Persiapan Model	50
4.9.2. Simulasi Model.....	53

4.9.3. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika Kondisi Alternatif 2....	53
4.9.4. Hasil Simulasi Model Sediment Transport.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi PLTU Suralaya.....	1
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan	16
Gambar 3.3 Kedalaman Perairan Pada Kondisi Eksisting.....	19
Gambar 3.4 Data Parameter Penting Pasang Surut.....	20
Gambar 4.1 Lokasi Pengamatan	21
Gambar 4.2 Peta Batimetri PLTU Suralaya.....	12
Gambar 4.3 Grafik Pengamatan Pasang Surut PLTU Suralaya.....	23
Gambar 4.4 Sampel PLTU Suralaya Pada Kondisi Eksisting	27
Gambar 4.5 Model Grid PLTU Suralaya Pada Kondisi Eksisting.....	27
Gambar 4.6 Meshing Pada Kondisi Eksisting	28
Gambar 4.7 Grafik Validasi Pasang Surut PLU Suralaya	29
Gambar 4.8 Elevasi Muka Air Menuju Pasang Kondisi Eksisting.....	30
Gambar 4.9 Elevasi Muka Air Saat Pasang pada Kondisi Eksisting.....	31
Gambar 4.10 Elevasi Muka Air Menuju Surut Kondisi Eksisting.....	31
Gambar 4.11 Elevasi Muka Air Saat Surut pada Kondisi Eksisting.....	32
Gambar 4.12 Pola Arus Menuju Pasang Kondisi Eksisting.....	32
Gambar 4.13 Distribusi Pola Arus Saat Pasang Kondisi Eksisting	33
Gambar 4.14 Distribusi Pola Arus Menuju Surut Kondisi Eksisting	33
Gambar 4.15 Distribusi Pola Arus Saat Surut Kondisi Eksisting.....	34

Gambar 4.16 Observasi dan Cross Section pada Kondisi Eksisting.....	35
Gambar 4.17 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 1 – CS 6.....	36
Gambar 4.18 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 7 – CS 14.....	37
Gambar 4.19 Perhitungan Volume Kumulatif Erosi & Sedimentasi	38
Gambar 4.20 Layout Perencanaan Alternatif 1	39
Gambar 4.21 Kedalaman Perairan Pemodelan Alternatif 1	39
Gambar 4.22 Sample PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 1	40
Gambar 4.23 Model Grid PLTU Suralaya Kondisi Alternatif 1	40
Gambar 4.24 Meshing pada Kondisi Alternatif 1	41
Gambar 4.25 Elevasi Muka Air Menuju Pasang Kondisi Alternatif 1	42
Gambar 4.26 Muka Air Saat Pasang pada Kondisi Alternatif 1	42
Gambar 4.27 Elevasi Muka Air Menuju Surut Kondisi Alternatif 1	43
Gambar 4.28 Elevasi Muka Air Saat Surut Kondisi Alternatif 1	43
Gambar 4.29 Distribusi Pola Arus Menuju Pasang pada Alternatif 1	44
Gambar 4.30 Distribusi Pola Arus Saat Pasang pada Alternatif 1	44
Gambar 4.31 Distribusi Pola Arus Menuju Surut pada Alternatif 1	45
Gambar 4.32 Distribusi Pola Arus Saat Surut pada Alternatif 1	45
Gambar 4.33 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 1 – CS 6	47
Gambar 4.34 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 7 – CS 14.....	48
Gambar 4.35 Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi	49
Gambar 4.36 Layout Perencanaan Alternatif 2.....	50
Gambar 4.37 Kedalaman Perairan Pemodelan Alternatif 2	51

Gambar 4.38 Sample PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 2	51
Gambar 4.39 Model Grid PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 2	52
Gambar 4.40 Meshing pada Kondisi Alternatif 2	52
Gambar 4.41 Elevasi Muka Air Menuju Pasang pada Alternatif 2	53
Gambar 4.42 Elevasi Muka Air Saat Pasang pada Alternatif 2	54
Gambar 4.43 Elevasi Muka Air Menuju Surut pada Alternatif 2	54
Gambar 4.44 Elevasi Muka Air Saat Surut pada Alternatif 2.....	55
Gambar 4.45 Distribusi Pola Arus Menuju Pasang pada Alternatif 2	55
Gambar 4.46 Distribusi Pola Arus Saat Pasang pada Alternatif 2.....	56
Gambar 4.47 Distribusi Pola Arus Menuju Surut pada Alternatif 2.....	56
Gambar 4.48 Distribusi Pola Arus Saat Surut pada Alternatif 2	57
Gambar 4.49 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 1 – CS 6.....	58
Gambar 4.50 Kumulatif Total Transpor Sedimen CS 7 – CS 14.....	59
Gambar 4.51 Perhitungan Volume Kumulatif Erosi & Sedimentasi	60

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Parameter Penting Pasang Surut PLTU Suralaya	23
Tabel 4.2 Suhu Udara dan Humidity Kota Cilegon	24
Tabel 4.3 Hasil Laboratorium Sampel Dasar	25
Tabel 4.4 Koordinat Lokasi Pengukuran Arus.....	25
Tabel 4.5 Kecepatan Arus Rata-rata PLTU Suralaya	26
Tabel 4.6 Hasil Validasi Model Hidrodinamika	29
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan volume Kumulatif Eksisting	38
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan volume Kumulatif Alternatif 1	49
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan volume Kumulatif Alternatif 2.....	60
Tabel 5.1 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Kumulatif	61

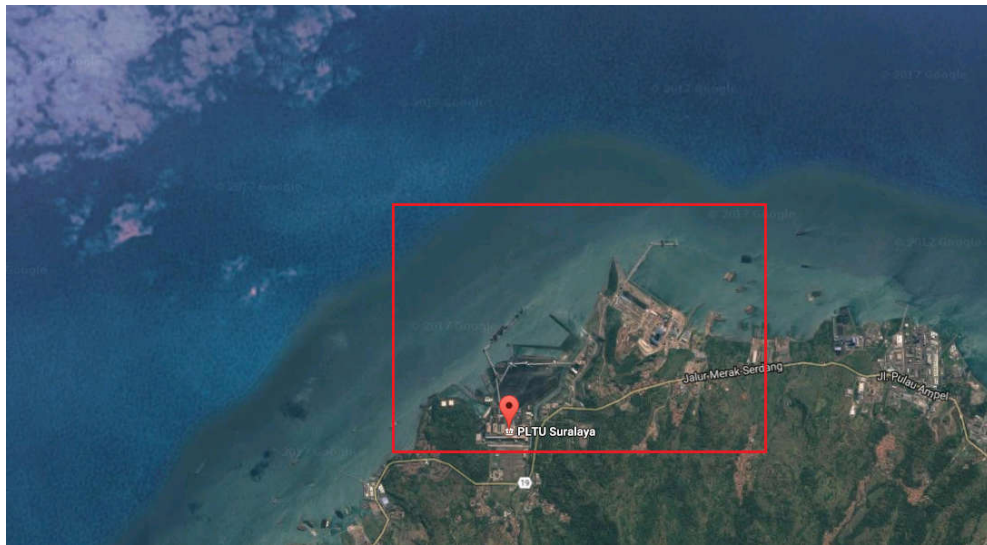
(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyediaan listrik sistem Jawa-Bali didominasi PLTU berbahan bakar batu bara milik PLN dan swasta. PLTU milik PLN terdiri dari PLTU Suralaya dan PLTU Paiton. PLTU Suralaya merupakan PLTU terbesar di Indonesia yang dikelola oleh PT. Indonesia Tower dan memiliki peran besar dalam memenuhi kebutuhan listrik nasional khususnya Jawa-Bali, yakni sebesar 30% dari kebutuhan listrik Jawa-Bali. PLTU Suralaya terletak di Desa Suralaya, Kecamatan Pulau Merak, Banten, yaitu 20 km ke arah barat dari Jakarta menuju pelabuhan ferry Merak dan 7 km ke arah utara dari pelabuhan Merak. PLTU Suralaya terletak pada koordinat 5° 53'27.9" S - 106° 01' 51.0" E.



Gambar 1.1 Lokasi PLTU Suralaya
(Sumber: www.google.co.id/maps)

Dengan selesainya pembangunan unit delapan yang telah beroperasi sejak bulan April 2011, kapasitas total PLTU Suralaya sekarang ini sebesar 4025 megawatt. Namun seiring berjalannya waktu dan berkembangnya teknologi, kebutuhan masyarakat terhadap pemakaian listrik terus meningkat. Sehingga perlu diimbangi dengan penambahan kapasitas pembangkit listrik. Untuk pemenuhan kebutuhan ini, PLTU Suralaya akan mengembangkan unit 9 dan 10 yang merupakan salah satu bagian dari Proyek Strategis Pemerintah dalam Pembangunan Pembangkit Listrik 35000

MW. Dua unit pembangkit ini masing-masing berkapasitas 1000 MW, sehingga kapasitas total PLTU Suralaya setelah pembangunan ini tercapai sebesar 6025 MW. Proyek pembangunan ini rencananya akan dimulai pada tahun 2017 dan ditargetkan selesai hingga 3 sampai 4 tahun. Lahan yang sudah disiapkan untuk pengembangan proyek ini sekitar 65 hektar termasuk kawasan Pantai Kelapa Tujuh.

Kegiatan pembangunan akan memiliki dampak pada daerah di sekitarnya, baik berupa pembangunan pelindung pantai, fasilitas pantai maupun kegiatan reklamasi. Sehingga diperlukan perencanaan yang sesuai terutama untuk masalah yang akan ditimbulkan seperti sedimentasi, erosi, serta dampak lingkungan lainnya. Rencana pembangunan unit 9 dan 10 PLTU Suralaya ini memiliki letak yang cukup dekat dengan unit-unit pembangkit sebelumnya serta dermaga batubara yang ada. Sehingga perencanaan teknis dan kelayakan reklamasi kawasan PLTU Suralaya perlu dilakukan agar kegiatan-kegiatan yang diperkirakan dapat mempengaruhi kualitas dan kondisi lingkungan sekitar dapat diantisipasi sebelumnya.

Berdasarkan pemikiran-pemikiran tersebut, perlu adanya analisa terkait pola hidrodinamika dan laju sedimentasi yang terjadi sebelum dan sesudah reklamasi. Oleh karena itu tugas akhir ini akan membahas tentang analisa pola hidrodinamika dan laju sedimentasi yang terjadi di kawasan reklamasi untuk unit 9 dan 10 PLTU Suralaya pada kondisi eksisting sebelum reklamasi maupun setelah reklamasi. Dari hasil analisa tersebut diharapkan bahwa kendala dan kesulitan konstruksi saat kegiatan akibat tanah penimbunan atau reklamasi pantai di PLTU Suralaya dapat diketahui sebelumnya, sehingga dalam proses konstruksi nanti dapat terlaksana dengan baik dan diperoleh kondisi yang tidak merugikan lingkungan sekitarnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang diambil dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pola arus dan hidrodinamika yang terjadi pada kondisi eksisting sebelum reklamasi, alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi di kawasan proyek pengembangan unit 9 dan 10 PLTU Suralaya?

2. Bagaimana perubahan laju sedimentasi yang terjadi pada kondisi eksisting sebelum reklamasi, alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui pola arus dan hidrodinamika yang terjadi pada kondisi eksisting sebelum reklamasi, alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi di kawasan proyek pengembangan unit 9 dan 10 PLTU Suralaya.
2. Mengetahui bagaimana perubahan laju sedimentasi yang terjadi pada kondisi eksisting sebelum reklamasi, alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui laju sedimentasi dan perubahan morfologi yang terjadi di PLTU Suralaya akibat reklamasi pengembangan unit 9 dan unit 10. Sehingga apabila terjadi laju sedimentasi dan perubahan morfologi yang memiliki dampak merugikan dapat diketahui sebelumnya, dan dapat direncanakan penanggulangannya.

1.5. Batasan Masalah

1. Data lingkungan yang digunakan merupakan data sekunder.
2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tidak diperhitungkan.
3. Tidak mempertimbangkan efektifitas penggunaan bahan material untuk reklamasi.
4. Analisa sedimentasi dilakukan pada 6 titik pengamatan yang mencakup area reklamasi dan unit lama PLTU Suralaya.
5. Pemodelan sedimentasi disimulasikan dalam tiga kondisi, yaitu kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi.
6. Software yang digunakan untuk memodelkan sedimentasi adalah Delft3D.

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum NO.40/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai Pasal 1, disebutkan bahwa:

- a) Reklamasi pantai adalah kegiatan di tepi pantai yang dilakukan oleh orang dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan lahan atau drainase.
- b) Kawasan reklamasi pantai adalah kawasan hasil perluasan daerah pesisir pantai melalui rekayasa teknis untuk pengembangan kawasan baru.

Yuwono (2007), menyebutkan bahwa reklamasi adalah peningkatan sumber daya lahan dari yang kurang bermanfaat menjadi lebih bermanfaat ditinjau dari sudut lingkungan, kebutuhan masyarakat dan nilai ekonomi lahan. UU Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (2007), membuat pengertian reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut pengeringan lahan atau drainase.

Dalam pengembangannya reklamasi akan berdampak pada lingkungan sekitarnya. Beberapa dampak lingkungan yang disebabkan oleh reklamasi adalah perubahan hidrodinamika, dan beberapa hal terkait dengan transpor sedimen seperti abrasi, erosi serta pengendapan sedimen. Perlu adanya analisis transpor sedimen untuk mengetahui pengaruhnya terhadap bangunan serta lingkungan di sekitar pantai, sehingga dapat diminimalkan dan bentuk penanganan dapat direncanakan (Wahyuni, 2014)

Leo (1990), mendefinisikan sedimentasi sebagai material pecahan, terutama terbentuk dari proses fisika dan kimia dari pecahnya batuan di dasar laut. Sedangkan menurut Pettjohn (1975), sedimentasi merupakan sebuah proses pembentukan sedimen atau batuan sedimen yang disebabkan oleh adanya akumulasi dari material pembentuknya pada suatu tempat atau lingkungan pengendapan. Lingkungan pengendapan ini dapat berupa delta, danau, pantai, estuary, laut dangkal, maupun laut dalam.

Penelitian terkait sedimentasi telah banyak dilakukan sebelumnya. Cahyadi (2009), meneliti tentang analisis sedimentasi yang disebabkan adanya reklamasi di Teluk Lamong. Dalam penelitiannya, untuk melakukan analisis sedimentasi dilakukan dengan bantuan software Mike 21. Penelitian terkait juga pernah dilakukan oleh Sudrajat dkk (2012), dalam penelitian

tersebut dilakukan simulasi hidrodinmika dengan bantuan software SMS (*Surface Water Modelling System*) untuk mengukur sedimentasi di sekitar muara sungai Wangu di Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara.

Dari permasalahan tersebut diatas, penulis mengembangkan penelitian dengan memberikan alternatif perencanaan sebagai antisipasi perubahan laju sedimentasi yang terjadi serta melakukan evaluasi ulang terkait laju sedimentasi yang terjadi di kawasan reklamasi pada kondisi eksisting sebelum reklamasi dan kemudian membandingkan dengan laju sedimentasi yang terjadi pada kondisi alternatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi.

2.2. Pola Arus

Arus didefinisikan sebagai gerakan massa air yang berpindah dari suatu tempat ke tempat lain, dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara yang lebih rendah. Pergerakan massa air ini disebabkan oleh pengaruh angin yang berembus di atas permukaan air. Pergerakan arus ini dapat ke arah horizontal maupun vertical, arus yang bergerak secara vertical antara lain adalah proses *upwelling* (pergerakan massa air ke atas) dan *sinking* (pergerakan massa air ke bawah).

Menurut Wahyudi (1997), massa air laut adalah jumlah air laut yang dipengaruhi oleh parameter fisika laut seperti temperatur, salinitas dan densitas. Hingga arus laut dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Arus yang dibangkitkan oleh perbedaan massa jenis air
2. Arus yang dibangkitkan oleh angin di permukaan laut
3. Arus yang dibangkitkan oleh pasang surut

Gaya yang mempengaruhi pergerakan arus dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu gaya primer yang menjadi penggerak utama dan gaya sekunder yang merupakan akibat dari pergerakan. Gaya primer tersebut adalah gaya gravitasi, angin, tekanan udara, serta gempa di dasar lautan. Sedangkan gaya sekunder antara lain, gaya coriolis dan gaya friksi.

2.3. Pasang Surut

Pratikto dkk. (1997), pasang surut air laut merupakan perubahan ketinggian muka air laut terhadap fungsi waktu yang disebabkan karena adanya pergerakan gaya tarik terhadap fungsi waktu yang disebabkan karena adanya pergerakan gaya tarik matahari, bulan, dan benda langit lain

terhadap perputaran bumi. Karena jarak bulan lebih dekat dengan bumi, maka pengaruh gaya gravitasi bulan terhadap bumi jauh lebih besar dibandingkan dengan pengaruh gaya gravitasi matahari terhadap bumi (Triatmodjo, 1999).

Pasang surut berpengaruh untuk menentukan besarnya transpor sedimen yang terjadi pada perencanaan bangunan pantai. Pada saat terjadi pasang, elevasi muka air laut berada pada posisi tertinggi sehingga volume air yang terjadi juga lebih besar. Oleh karena volume air yang besar sehingga gelombang yang dihasilkan juga besar. Gelombang inilah yang akan mengangkut material sedimen menuju bangunan pantai, semakin besar gelombang yang terjadi maka semakin banyak pula angkutan sedimen yang terbawa menuju bangunan pantai. Kondisi inilah yang akan mempengaruhi pola transpor sedimen yang terjadi di sekitar bangunan pantai.

Kustyawan (2007), menjelaskan tentang tipe pasang surut secara umum dibedakan menjadi empat, yaitu:

- a. Pasang surut tunggal (*diurnal tide*)
Pasang surut ini terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.
- b. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*)
Pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan dan teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.
- c. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)
Pasang surut yang dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.
- d. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*)
Pada tipe pasang surut ini dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Triatmodjo (1999), menjelaskan apabila elevasi ketinggian muka air ketika terjadi pasang surut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, sehingga dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan bangunan pantai. Beberapa elevasi ketinggian muka air ketika pasang surut antara lain:

1. Muka air laut tinggi (*high water level*, HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level*, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi elevasi di daratan.
6. Muka air tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

2.4. Karakteristik Sedimen

2.4.1. Ukuran Partikel Sedimen

Material *seabed* di wilayah *coastal* terdiri atas beberapa macam partikel. Partikel-partikel tersebut berasal dari proses erosi tanah daerah basin. Karakteristik dari sedimen dapat dibedakan dari ukuran diameter butirannya. Ukuran butir sedimen inilah yang mengklasifikasikan sedimen menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral, *cobble*, dan batu. Sedimen diklasifikasikan menjadi lempung dan lumpur jika memiliki diameter butiran berkisar antara 10^{-6} - 10^{-5} m, pasir memiliki diameter butiran 10^{-4} - 10^{-3} m, sedangkan kerikil, koral, *cobble*, dan batuan memiliki diameter butiran 10^{-2} - 10^{-1} m atau lebih (Dronkers, 2005).

2.4.2. Rapat Massa Sedimen

Triatmodjo (1999), rapat massa merupakan massa tiap satuan volume yang mana merupakan banyaknya massa tiap satuan volume yang merupakan fungsi dari komposisi material. Rapat massa sedimen kohesif dipengaruhi oleh konsentrasi endapan, sedangkan konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Rapat massa sedimen selama periode pengendapan adalah konstan, namun pada suatu waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat lalu kemudian berangsur mencapai nilai maksimal.

2.5. Transpor Sedimen

Sedimen yang telah tererosi oleh gelombang dapat terangkut oleh adanya arus di sekitar pantai, sedimen yang terangkut ini disebut dengan transpor sedimen. Transpor sedimen secara fisik dipengaruhi oleh interaksi antara pasang surut, angin, arus gelombang, jenis dan ukuran sedimen, serta adanya bangunan di daerah pantai (*littoral zone*). Karakteristik sedimen meliputi bentuk dan ukuran partikel, distribusinya, serta *specific gravity* perlu diketahui karena mempengaruhi proses pengendapan atau kecepatan jatuhnya partikel sedimen setelah terapung (Triatmodjo, 1999). Menurut Pratikto dkk. (1997), tahapan proses transpor sedimen tergantung dari gerakan air dan partikel sedimen yang terangkat.

Adapun tahapan proses transpor sedimen secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Material kohesif dari dasar laut teraduk hingga tersuspensi atau lepasnya material non kohesif di dasar laut.
2. Perpindahan material secara horizontal.
3. Pengendapan kembali partikel atau material sedimen tersebut.

Dijelaskan juga apabila gelombang lebih memiliki kecenderungan untuk melepas material di dasar dan mengaduknya, sementara arus memiliki kecenderungan untuk memindahkan material sedimen ke tempat lain. Namun dapat juga terjadi sebaliknya, yaitu gelombang yang memindahkan partikel sedimen ketempat lain, sedangkan arus mampu mengangkut dan mengaduk sedimen di bagian dasar.

Sebaran sedimen di daerah pantai dipengaruhi oleh sumber sedimen, tingkat energi gelombang, dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen disepanjang garis pantai disebabkan oleh adanya variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen, selain itu juga dipengaruhi oleh gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Ada daerah *coastal*, gerakan air dipengaruhi oleh adanya kombinasi antara gelombang dan arus. Seperti yang dijelaskan diatas apabila gelombang dan arus memiliki peranan dalam mengaduk dan memindahkan material (Damerianne dkk., 2013).

Menurut Ronggodigdo (2011), ada tiga macam pergerakan angkutan sedimen, yaitu:

1. *Bed Load Transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar perairan secara keseluruhan disebut dengan *bed load*. Adanya *bed load* ditunjukkan oleh gerakan partikel yang ukurannya besar. Pada kondisi ini

pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat.

2. *Wash Load Transport*

Wash Load adalah angkutan partikel yang terbawa oleh aliran air. Partikel ini dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang terbawa aliran. Atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada kecepatan aliran yang relatif cepat.

3. *Suspended Lod Transport*

Suspended load merupakan *bed material* terutama butir pasir halus yang bergerak melayang di dalam air, hal ini karena partikel selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan lompatan material akan semakin sering terjadi.

2.6. Pemodelan Hidrodinamika & Transpor Sedimen

Delft3D merupakan sebuah perangkat lunak profesional yang dikembangkan oleh Deltares. Delft3D merupakan program simulasi hidrodinamik multi dimensi (2D atau 3D) yang berfungsi untuk perhitungan daerah pesisir, sungai, dan muara. Program ini dapat mensimulasikan gelombang, arus, angkutan sedimen, kualitas air, dan analisis ekologi pada daerah pantai dengan menggunakan *grid* atau garis bantu melalui suatu pendekatan. Delft3D terdiri atas beberapa modul, namun modul yang digunakan dalam tugas akhir ini hanya sebatas modul untuk perhitungan hidrodinamika, dan *sediment transport*.

2.6.1. Pemodelan Hidrodinamika

Simulasi aliran air beserta variasi elevasinya dapat disimulasikan dengan beberapa persamaan. Persamaan umum yang digunakan untuk mensimulasikan aliran air dan variasi elevasinya untuk perairan estuari, teluk dan daerah pantai antara lain persamaan kontinuitas dan momentum dalam pemodelan hidrodinamika. Persamaan-persamaan ini merupakan persamaan hidrodinamika sebagai aliran *unsteady* 2D dalam satu layer yang dianggap sama secara vertikal. Prinsip-prinsip dasar persamaan konservasi masa dan momentum yang meliputi persamaan kontinuitas, momentum dan persamaan dispersi-adveksi yang diintegrasikan secara vertikal sehingga bisa menjelaskan aliran fluida dalam variasi kedalaman (Abbott et al., 1978). Persamaan kontinuitas yang dirata-ratakan terhadap kedalaman diberikan pada Persamaan (2.16)

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial [h\bar{U}]}{\partial x} + \frac{\partial [h\bar{V}]}{\partial y} = S \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana S mewakili kontribusi penambahan atau pengurangan evaporasi dan precipitasi.

Persamaan Momentum ke arah Sumbu-X dan Sumbu-Y diberikan pada Persamaan (2.17)

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + v \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{w}{h} \frac{\partial U}{\partial \sigma} - fV &= -\frac{1}{\rho_0} P_x + F_x + M_x + \frac{1}{h^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(v_V \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) \\ \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + v \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{w}{h} \frac{\partial V}{\partial \sigma} - fU &= -\frac{1}{\rho_0} P_y + F_y + M_y + \frac{1}{h^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \dots \dots \dots (2.17) \end{aligned}$$

Dimana tekanan horizontal P_x dan P_y diberikan dengan pendekatan *Boussinesq* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho_0} P_x &= g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + g \frac{h}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left(\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\partial \sigma'}{\partial x} - \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \right) d\sigma' \\ -\frac{1}{\rho_0} P_x &= g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + g \frac{h}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left(\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\partial \sigma'}{\partial x} - \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \right) d\sigma' \dots \dots \dots (2.18) \end{aligned}$$

Tegangan Reynold horizontal F_x dan F_y , ditentukan dengan menggunakan konsep eddy viskositas (misal: Rodi, 1984). Untuk simulasi dalam skala besar (ketika tegangan geser disepanjang batas tertutup bisa diabaikan) gaya-gaya F_x dan F_y berkurang untuk formula-formula yang disederhanakan dimana gradien disepanjang bidang σ .

$$F_x = v_H \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) \quad F_y = v_H \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right) \dots \dots \dots (2.19)$$

Di Persamaan (2.19) M_x dan M_y mewakili kontribusi akibat *source* dan *sinks* momentum eksternal (gaya-gaya eksternal oleh hidrolika struktur, debit atau pengurangan air, tegangan akibat gelombang dan sebagainya)

Persamaan transpor disajikan dalam persamaan aveksi-difusi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hc)}{\partial t} + \frac{\partial(hUc)}{\partial x} + \frac{\partial(hVc)}{\partial y} + \frac{\partial(wc)}{\partial \sigma} &= h \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(D_H \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_H \frac{\partial c}{\partial y} \right) \right] + \\ \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(D_V \frac{\partial c}{\partial \sigma} \right) + hS &\dots \dots \dots (2.20) \end{aligned}$$

dimana S menyajikan *source* dan *sink* per satuan luas.

Untuk menyelesaikan persamaan viskositas vertikal dan horizontal v_v dan v_H serta diffusitas (D_v dan D_H) perlu dijelaskan dengan menggunakan *turbulent mixing* dalam model *turbulence*. Model turbulen yang tersedia disini adalah “*Eddy Viscosity Concept*” (Kolmogorov, 1942; Prandtl, 1945) yaitu pertama model turbulen aljabar (k-L) yang menggunakan formula analitis (aljabar) untuk menentukan eddy viscosity vertikalnya melalui turbulen *kinetic energy* (k), kedua adalah model turbulen k-ε dimana k

adalah turbulen *kinetic energy* dan ε adalah disipasi energi yang disebabkan oleh adanya tegangan gesek di permukaan dan di dasar aliran fluida. *Mixing Length* L ditentukan dari ε dan k menurut persamaan berikut

$$L = C_D \frac{k\sqrt{k}}{\varepsilon} \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana C_D merupakan konstanta kalibrasi.

Agar sistem persamaan diatas bisa diselesaikan maka kondisi batas diperlukan yaitu untuk kondisi di permukaan dan di dasar, dimana kecepatan vertikal untuk $w(-1) = 0$ dan $w(0) = 0$. Sedangkan gesekan diaplikasikan di dasar dengan persamaan sebagai berikut:

$$\left. \frac{v_v \partial u}{h \partial \sigma} \right|_{\sigma=-1} = \frac{\tau_{bx}}{\rho} \quad \left. \frac{v_v \partial v}{h \partial \sigma} \right|_{\sigma=-1} = \frac{\tau_{by}}{\rho} \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana τ_{bx} dan τ_{by} merupakan tegangan geser yang melibatkan efek interaksi gelombang dan arus.

Bed shear stress pada arah x dan y dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Melor, 1998):

$$\tau_{bx} = \rho c_f U \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$\tau_{by} = \rho c_f V \sqrt{U^2 + V^2} \left[1 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_b}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.24)$$

dimana c_f adalah koefisien gesekan.

2.6.2. Pemodelan Transpor Sedimen

Formulasi transportasi sedimen dapat dikembangkan dengan menggunakan model persamaan dispersi-adveksi seperti diberikan pada persamaan 2.25 berikut ini:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana:

h = kedalaman perairan (m)

c = konsentrasi masa yang dirata-ratakan terhadap kedalaman (kg/m^3)

t = waktu (detik)

u, v = komponen kecepatan rata-rata terhadap kedalaman (m/s)

$D_x D_y$ = koefisien dispersi dalam arah x dan y

S = istilah *source* (erosi) dan *sink* (deposisi) ($m^2/detik$)

Q_L = *source discharge* persatuan luasan ($m^3/(sm^2)$)

C_L = konsentrasi *source discharge* (kg/m^3)

Untuk tegangan geser dasar, τ_b (N/m^2) dapat dihitung terhadap interaksi arus dan gelombang dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\tau_c = \frac{1}{2} \rho f_w (U_b^2 + U_\delta^2 + 2U_b U_\delta \cos \beta) \dots \dots \dots (2.26)$$

Untuk formulasi pemodelan desposisi sedimen menggunakan persamaan yang diusulkan oleh Krone (1962) sebagai berikut

$$S_D = W_S C_b P_D \dots \dots \dots (2.27)$$

dimana:

S_D = laju desposisi

W_S = kecepatan jatuh

C_b = konsentrasi di dekat dasar

Sedangkan untuk formulasi erosi dijelaskan sebagai sedimen terkonsolidasi (Mehta et al., 1989), sebagai berikut

$$S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{\frac{1}{2}} \right], \tau_b > \tau_{ce} \dots \dots \dots (2.28)$$

Pendekatan formula yang digunakan dalam transpor sedimen di modul ini adalah Englund-Hansen model (1972), Van-Rijn model (1984, 1993), Englund-Fredsoe model (1976), serta Meyer-Peter-Müller model (1984). Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam pergerakan sedimen. Persamaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} \frac{1}{U_0} \frac{dU_0}{dt} + \frac{30K}{k} \frac{\sqrt{K^2 U_0^2 |z^2 U_{f0}^2| 2Kz U_{f0} U_0 \cos \gamma}}{e^z(z-1)+1} \dots \dots \dots (2.29)$$

dimana:

K = Konstanta Von Karman

t = waktu

z = parameter tebal *boundary layer*

- U_0 = kecepatan orbit dasar gelombang terdekat
- U_{f0} = kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang
- γ = sudut antara arus dan gelombang
- k = kekasaran dasar permukaan

Beberapa item output yang dihasilkan dari Modul Sand Transport (ST) ini antara lain:

- *Suspended Sediment Concentration (SSC)*
- *Suspended Load, x-component.*
- *Suspended Load, y-component.*
- *Total Load, x-component.*
- *Total Load, y-component.*
- *Rate of bed level change.*
- *Bed level change.*
- *Bed level.*

Setelah kita dapatkan model transpor sedimen, maka langkah selanjutnya adalah memodelkan perubahan morfologi dasar laut. Evolusi dasar laut dimodelkan dengan menggunakan persamaan konservasi sedimen (2.30)

$$\frac{\partial d(x,t)}{\partial t} = (1 + p) \frac{\partial \tilde{q}_t(x,t)}{\partial x} \dots \dots \dots (2.30)$$

dimana:

$\tilde{q}_t(x,t)$ = total sedimen flux

p = porositas dasar

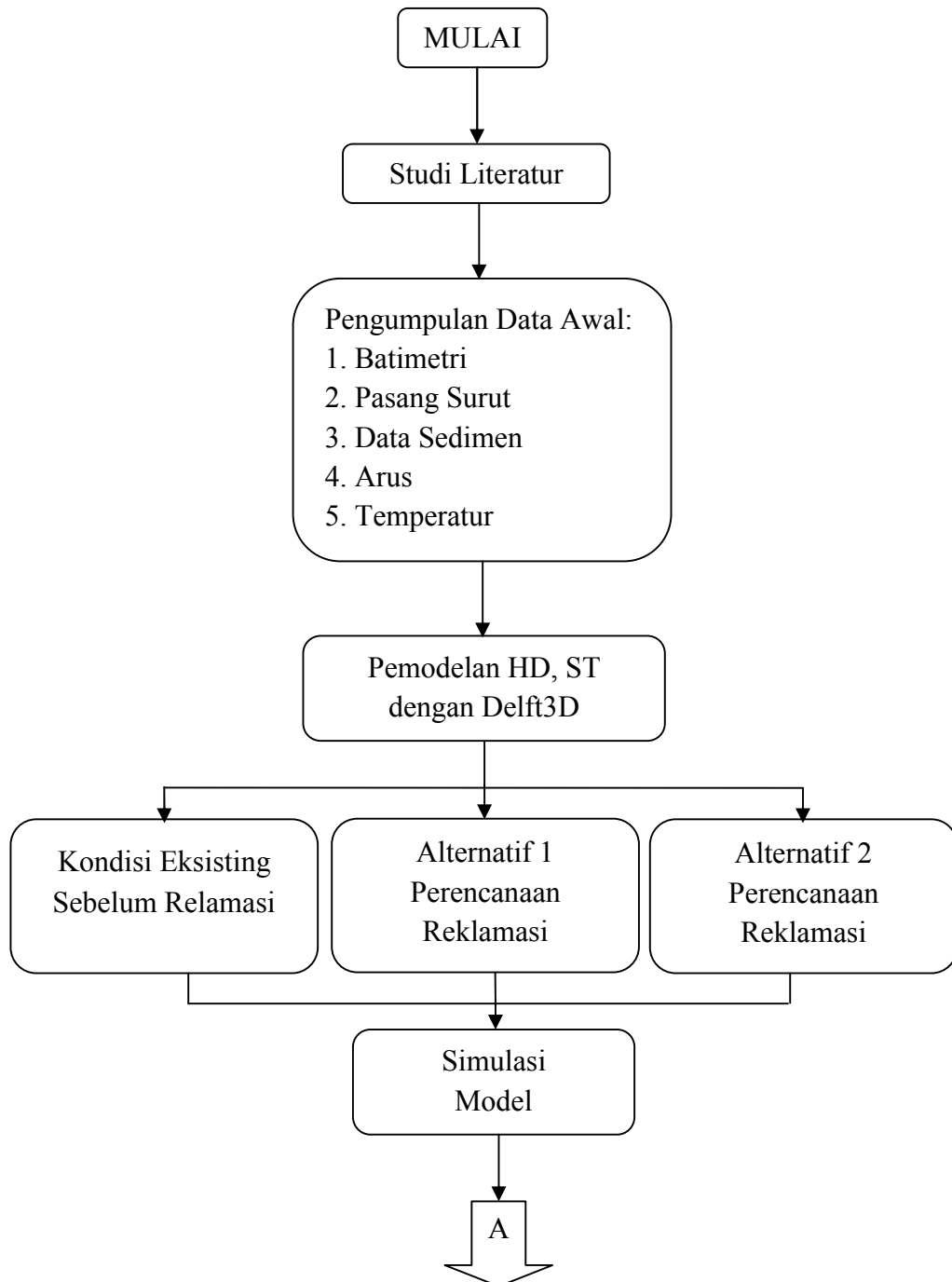
Dua kontribusi diperhitungkan untuk menghitung fluks sedimen total, $\tilde{q}_t(x)$: fluks *bedload* $\tilde{q}_b(x)$ disebabkan oleh tegangan geser dasar gelombang dan flux suspensi $\tilde{q}_s(x)$ yang berhubungan dengan arus yang disebabkan gelombang, konsentrasi sedimen dan tegangan geser dasar.

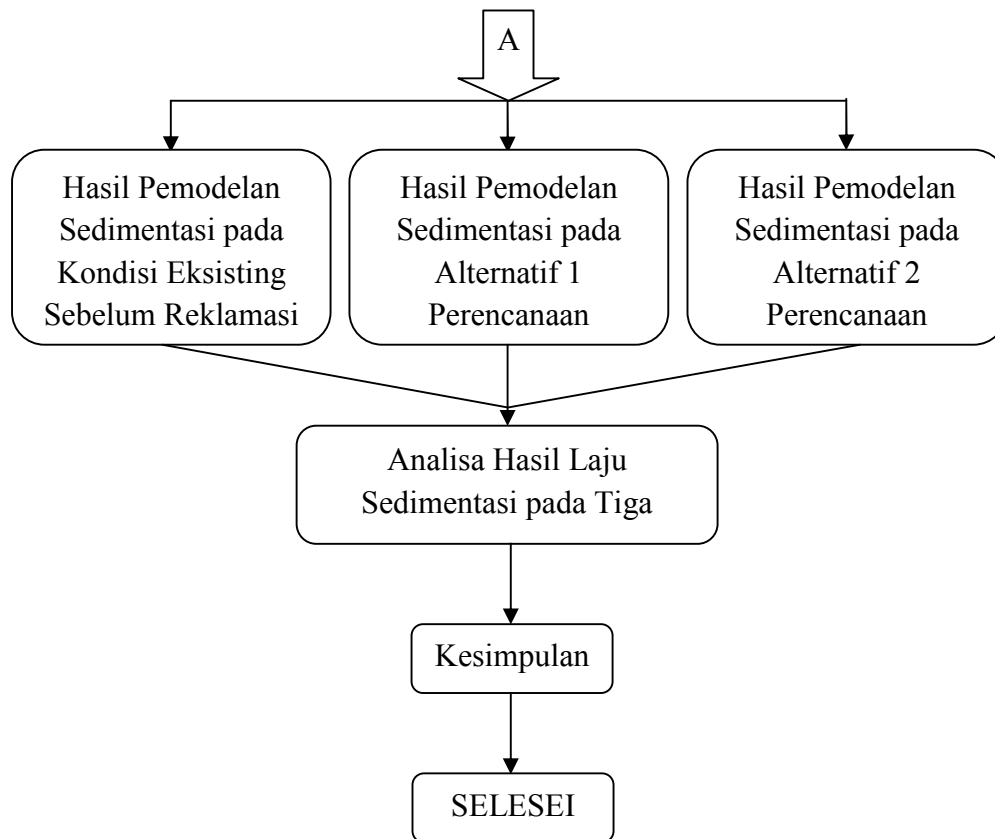
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

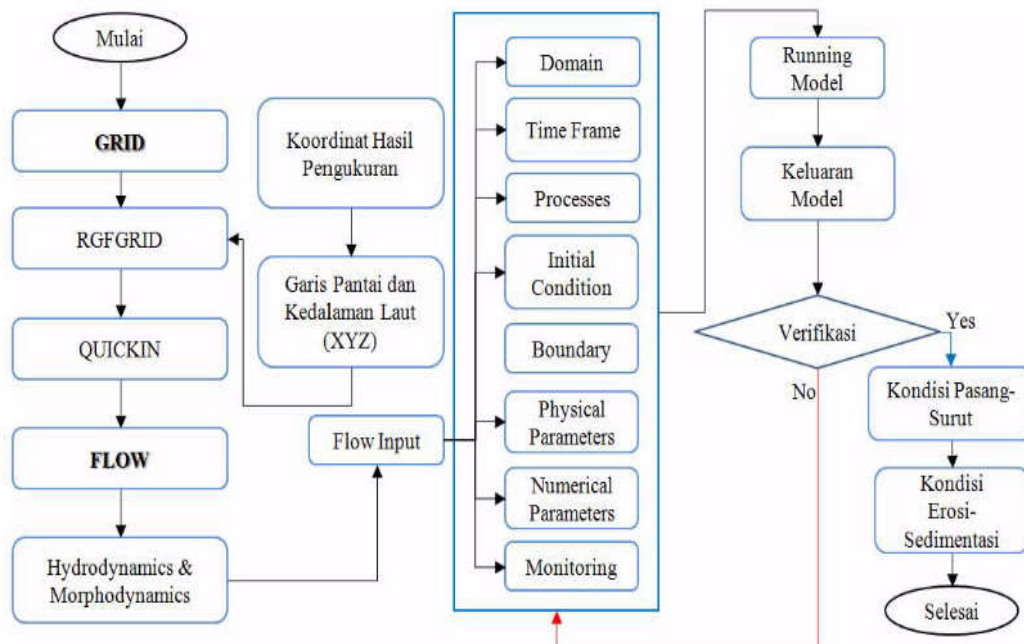
Metodologi penelitian yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini dapat dilihat dalam bentuk diagram alir berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Sedangkan pengerjaan pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak, dapat dilihat dalam diagram alir berikut ini:



Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan

3.2. Metodologi Pengerjaan

3.2.1. Prosedur Pemodelan Numerik

Pengerjaan laporan tugas akhir ini dilakukan dengan tahap-tahap seperti disajikan pada sub-bab 3.1. Diagram Alir Penelitian di atas. Adapun uraian dari pengerjaan seperti di bawah ini:

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengetahui lebih awal mengenai pokok permasalahan yang akan dibahas serta teori-teori yang digunakan untuk menganalisis permasalahan. Dalam studi literatur ini dilakukan dengan mempelajari beberapa literatur berupa buku, jurnal, laporan penelitian, serta sumber informasi ilmiah terkait permasalahan yang relevan dengan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengukuran dan penelitian pihak lain. Adapun data-data lingkungan yang digunakan dalam analisis pemodelan dengan menggunakan software Delft3D antara lain:

1. Bathimetri
2. Pasang surut
3. Sampling sedimen
4. Arus
5. Temperatur

3. Pemodelan Sedimentasi dengan Menggunakan Software Delft3D

a. Input Data

Setelah data survey siap, maka tahap selanjutnya adalah menginput data ke dalam *software* sesuai dengan kebutuhan.

b. Model Hidrodinamika

Model pola sedimentasi yang dimaksud adalah pemodelan matematik untuk menghitung perilaku hidro-oceanografi kondisi lingkungan. Dari pemodelan ini akan diketahui pola pasang surut, arus, hingga pola sedimentasi yang terjadi.

c. Model Perubahan Dasar Laut

Model perubahan dasar laut (*Bed Level Change*) merupakan pemodelan matematik yang bertujuan untuk mengetahui perubahan dasar laut akibat adanya pergerakan hidrodinamika pantai secara dinamis.

d. Validasi

Validasi dilakukan untuk mengetahui besarnya penyimpangan yang terjadi antara data dari hasil pengukuran di lapangan dengan data hasil simulasi model. Sehingga mendapatkan validitas data untuk simulasi selanjutnya.

Metode validasi yang digunakan adalah *Root Mean Square Error* (RMSE) dan presentase kesalahan.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N [\hat{X}_i - X_i]^2 \right]} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana:

$RMSE$ = Akar dari rata-rata kuadrat kesalahan

\hat{X}_i = Hasil pemodelan

X_i = Data lapangan

N = Jumlah data

Dengan definisi error:

$$Error = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N \left| \frac{\hat{X}_i - X_i}{\hat{X}_i} \right| \right] * 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana:

\hat{X}_i = Hasil pemodelan

X_i = Data lapangan

N = Jumlah data

4. Analisa Model

Tahap ini adalah melakukan pemodelan untuk beberapa alternatif modifikasi yang telah diusulkan. Untuk langkahnya sama dengan tahap sebelumnya. Dengan demikian memiliki beberapa pilihan alternatif model modifikasi..

5. Kesimpulan

Dalam tahap kesimpulan, akan ditampilkan hasil akhir analisis yang menjadi tujuan dilakukannya penelitian ini dan akan ditarik sebuah rekomendasi dari analisis data dan hasil pemodelan, serta memberikan saran yang dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

3.2.2. Kondisi Pemodelan

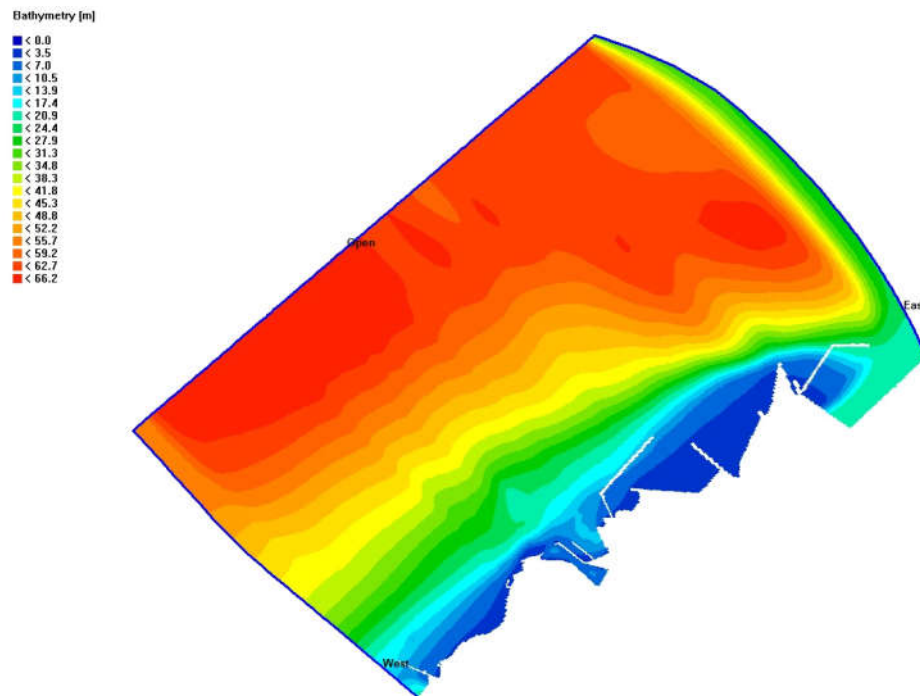
Simulasi pemodelan dilakukan selama 36 hari untuk bisa mendapatkan gambaran pola arus, sedimentasi dan perubahan morfologi dari kondisi eksisting dan kondisi setelah reklamasi. Adapun parameter waktu yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Waktu Simulasi

Mulai simulasi : 25 Mei 2017 pada pukul 00:00
Akhir simulasi : 30 Juni 2017 pada pukul 00:00
Interval waktu tiap step : 6 detik

2. Kondisi Batas Pemodelan (*Boundary Condition*)

Kedalaman daerah studi yang dimodelkan untuk kondisi eksisting diberikan pada Gambar 3.3 termasuk letak *open boundary* yang digunakan. Batas terbuka berupa lautan dengan pasang surut (Gambar 3.3). Sedangkan untuk batas Timur dan Barat menggunakan Neumann Boundary.



Gambar 3.3 Kedalaman Perairan Pada Kondisi Eksisting dengan Open Boundary Laut dan Neumann Boundary

D Boundaries : Flow Conditions

Table

Component sets

Tide

Add

Delete

Selected set:

Tide

Boundary: Open

Quantity: Water level

Forcing type: Astronomic

Selected component sets:

End A: Tide

End B: Tide

Astronomical data for set Tide

Conditions

Name	Amplitude [m]	Phase [deg]	Correction
P1	0.1	136	
K2	0.01	277	
MS4	0.01	252	
M4	0.01	160	
O1	0.14	113	
K1	0.3	136	
N2	0.01	20	
A0	0		

Corrections

Close

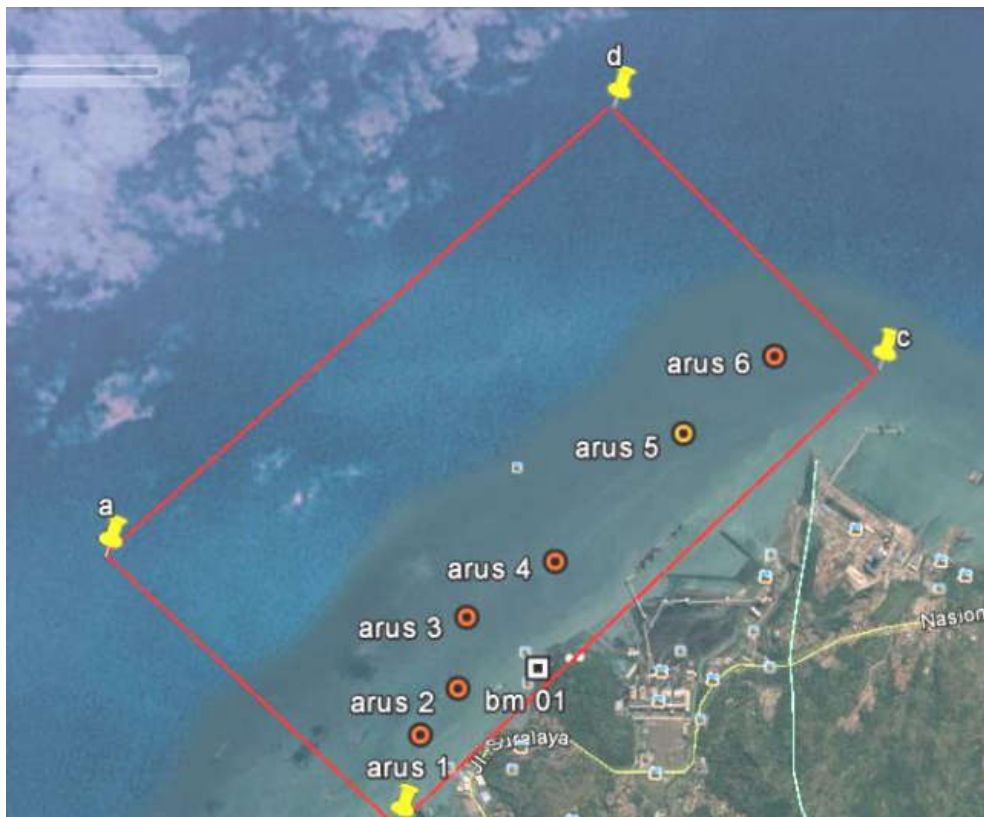
Gambar 3.4 Data Parameter Penting Pasang Surut Sebagai Kondisi Batas

BAB IV

ANALISIS & PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Studi

Lokasi yang menjadi obyek studi dari penelitian tugas akhir ini terletak di Desa Suralaya, Kecamatan Pulau Merak, Banten. Lokasi ini terletak pada koordinat $5^{\circ} 53' 27.9''$ S - $106^{\circ} 01' 51.0''$ E. Lokasi titik untuk validasi pemodelan menggunakan 6 titik pengamatan sebagai sampel yang mengacu pada titik-titik pengukuran arus dan sedimen saat survey. Keenam titik tersebut sudah mencakup area reklamasi dan PLTU Suralaya unit lama.

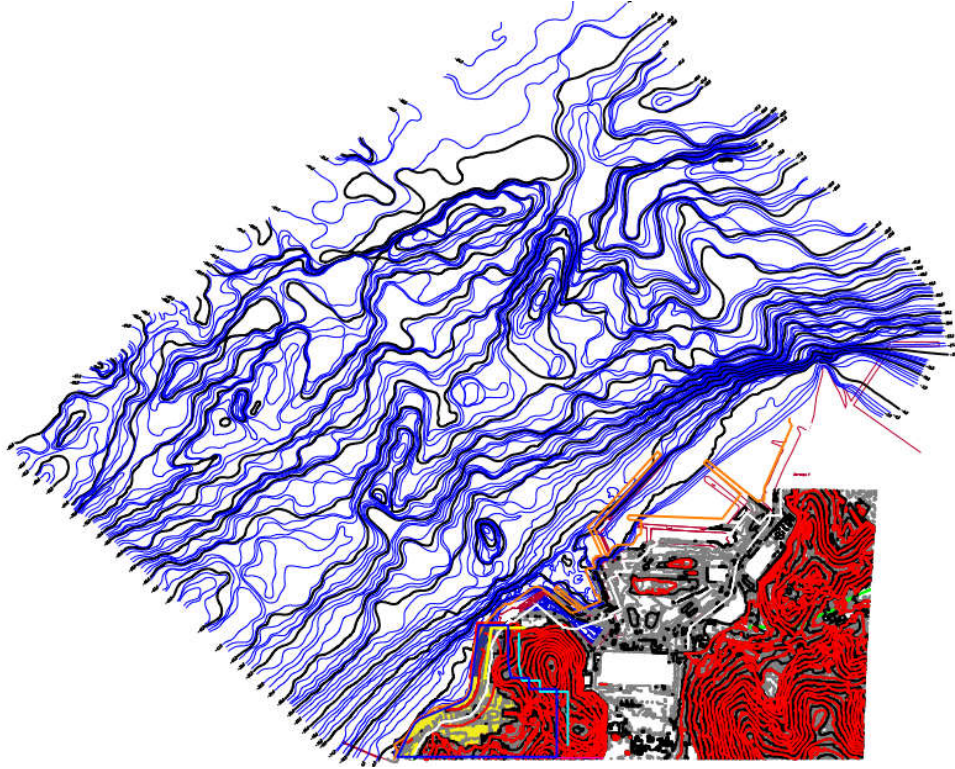


Gambar 4.1 Lokasi Pengamatan
(Sumber: www.google.co.id/maps)

4.2. Peta Batimetri

Peta batimetri yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini berasal dari data sekunder. Peta batimetri hasil pengukuran disajikan dengan

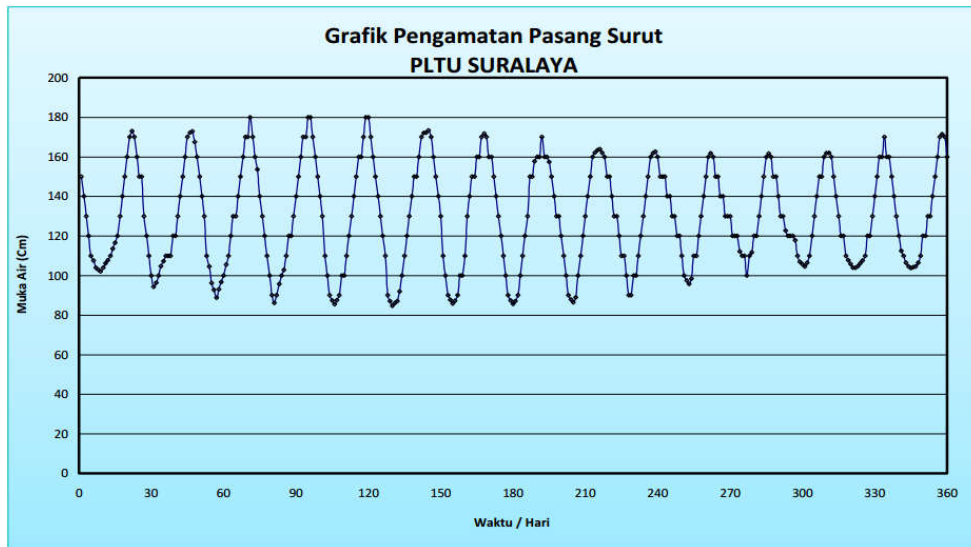
skala 1:1000, dengan interval kontur 1.0 meter. Data batimetri ini digunakan sebagai input meshing kontur perairan obyek lokasi pada kondisi eksisting dan reklamasi.



Gambar 4.2 Peta Batimetri PLTU Suralaya

4.3. Data Pasang Surut

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, data pasang surut yang digunakan merupakan pengamatan pasang surut yang dilakukan selama 15 hari dengan interval tiap 1 jam. Analisa pasang surut dilakukan dengan metode admiralty, dari analisa tersebut didapatkan konstanta pasang surut sebagai acuan dalam perencanaan. Hasil pengamatan elevasi muka air disajikan dalam Gambar 4.3 Grafik Pengamatan Pasang Surut PLTU Suralaya. Sedangkan hasil perhitungan komponen-komponen penting pasang surut diberikan pada Tabel 4.1 Parameter Penting Pasang Surut PLTU Suralaya.



Gambar 4.3 Grafik Pengamatan Pasang Surut PLTU Suralaya

Tidal Constituent	Symbol	Amplitude (m)	Phase (radians)
Average water level	Z_0	1.30	
Main lunar constituent	M_2	0.05	3.56
Main solar constituent	S_2	0.04	2.77
Soli-lunar constituent	K_1	0.30	1.36
Main lunar constituent	O_1	0.14	1.13
Lunar constituent, due to Earth-Moon distance	N_2	0.01	0.20
Soli-lunar constituent, due to the change of declination	K_2	0.01	2.77
Main solar constituent	P_1	0.10	1.36
Main lunar constituent	M_4	0.01	1.60
Soli-lunar constituent	MS_4	0.01	2.52

Tabel 4.1 Parameter Penting Pasang Surut PLTU Suralaya

Berdasarkan data diatas, dapat diketahui bahwa perairan PLTU Suralaya memiliki jenis pasang surut diurnal atau tunggal, yaitu dalam sehari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut.

4.4. Temperatur

Data temperatur yang digunakan dalam pemodelan tugas akhir ini menggunakan data suhu udara dan humidity per bulan Kota Cilegon tahun 2015. Data tersebut disajikan dalam table berikut:

Bulan/Month	Suhu Udara Temperature (°C)			Kelembaban Udara Humidity (%)		
	Maks Max	Min	Rata- rata Average	Maks Max	Min	Rata- rata Average
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Januari/January	30,60	23,80	26,50	97,00	53,00	85,00
Februari/February	31,30	23,50	26,70	98,00	49,00	84,00
Maret/March	32,00	23,70	27,00	97,00	50,00	82,00
April/April	32,10	24,30	27,30	97,00	56,00	83,00
Mei/May	32,70	24,00	27,60	97,00	52,00	81,00
Juni/June	32,80	23,40	27,40	97,00	46,00	79,00
Juli/July	32,80	22,70	27,00	93,00	40,00	77,00
Agustus/August	32,80	22,80	27,10	95,00	45,00	77,00
September/September	33,60	22,50	27,50	91,00	40,00	72,00
Oktober/October	33,70	23,40	28,10	95,00	38,00	74,00
November/November	33,80	24,30	28,30	93,00	42,00	77,00
Desember/December	32,30	24,20	27,60	97,00	52,00	81,00

Sumber/Source: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Serang/Meteorology, Climatology, and Geophysical Agency, Serang

Tabel 4.2 Suhu Udara dan Humidity per Bulan Kota Cilegon Tahun 2015

4.5. Sampling Sedimen

Data sedimen yang digunakan untuk pemodelan tugas akhir ini merupakan data pengukuran yang dilakukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan cara pengambilan sampel sedimen (material) dasar perairan untuk selanjutnya dilakukan uji laboratorium. Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan beberapa parameter tanah antara lain, gradasi ukuran butir sedimen, specific gravity, unit eight, dry unit weight, porosity, dan void ratio. Data ini selanjutnya akan digunakan untuk menginterpretasikan transport sedimen di perairan PLTU Suralaya. Interpretasi ini akan memberikan gambaran transport sedimen secara kualitatif.

Test Point No	Depth m	Moisture content w_{H_2O} (%)	Specific Gravity G_s	Liquid Limit LL (%)	Plastic Limit PL (%)	Plasticity Index PI (%)	Liquid Limit Index LI (%)	Void Ratio e	Degree of Saturation S_r (%)	Finer # 200 (%)	Coef. of Gradation		Classification Unified	Density	
											Cc	Cu		Bulk density, (gr/cm ³)	Dry density, (gr/cm ³)
SAMPEL 1		223.70	2.32	50.16	28.50	21.66	9.01	4.11	100.00	58.59	-	-	MH	1.47	0.45
SAMPEL 2		179.58	2.35	49.40	30.09	19.31	7.74	3.73	100.00	56.09	-	-	ML	1.39	0.50
SAMPEL 3		146.50	2.47	NON PLASTIC				2.98	100.00	27.87	-	-	SM	1.53	0.62
SAMPEL 4		176.10	2.22	71.29	35.81	35.48	3.95	3.68	100.00	79.10	-	-	MH	1.31	0.47
SAMPEL 5		108.87	2.35	52.24	29.89	22.35	3.53	1.89	100.00	57.88			MH	1.70	0.81
SAMPEL 6		151.78	2.34	NON PLASTIC				2.27	100.00	37.42	-	-	SM	1.80	0.71

Tabel 4.3 Hasil Laboratorium Sampel Dasar

4.6. Data Arus

Data arus yang diperoleh dari data sekunder menunjukkan jika pengambilan data arus dilakukan pada enam titik pengamatan. Koordinat keenam titik tersebut diberikan pada Tabel 4.4. Data ini nantinya digunakan untuk validasi hasil pemodelan numerik pola arus dengan Delf3D serta digunakan untuk melihat perubahan pola arus yang terjadi akibat adanya reklamasi pengembangan unit 9 dan unit 10. Hasil rata-rata pengukuran arus dari 6 titik tersebut diberikan pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Titik Pengamatan	Koordinat X	Koordinat Y
1	612268	9348274
2	612557	9348627
3	612625	9349196
4	613303	9349592
5	614288	9350565
6	614987	9351151

Tabel 4.4 Koordinat Lokasi Pengukuran Arus

Titik Pengamatan	Koordinat	Kecepatan Arus Rata-rata (knot)
1	X = 612268	0.226
	Y = 9348274	
2	X = 612557	0.218
	Y = 9348627	
3	X = 612625	0.222
	Y = 9349196	
4	X = 613303	0.613
	Y = 9349592	

5	X = 614288	0.218
	Y = 9350565	
6	X = 614987	0.216
	Y = 9351151	

Tabel 4.5 Kecepatan Arus Rata-rata PLTU Suralaya

Arah pergerakan arus dominan lebih ke arah Timur Laut dan ke arah Timur dibandingkan ke arah Barat Daya. Hal ini terjadi karena kecepatan arus saat surut jauh lebih besar dibandingkan saat pasang meskipun arah dominan angin dari arah Utara , Timur Laut dan Timur.

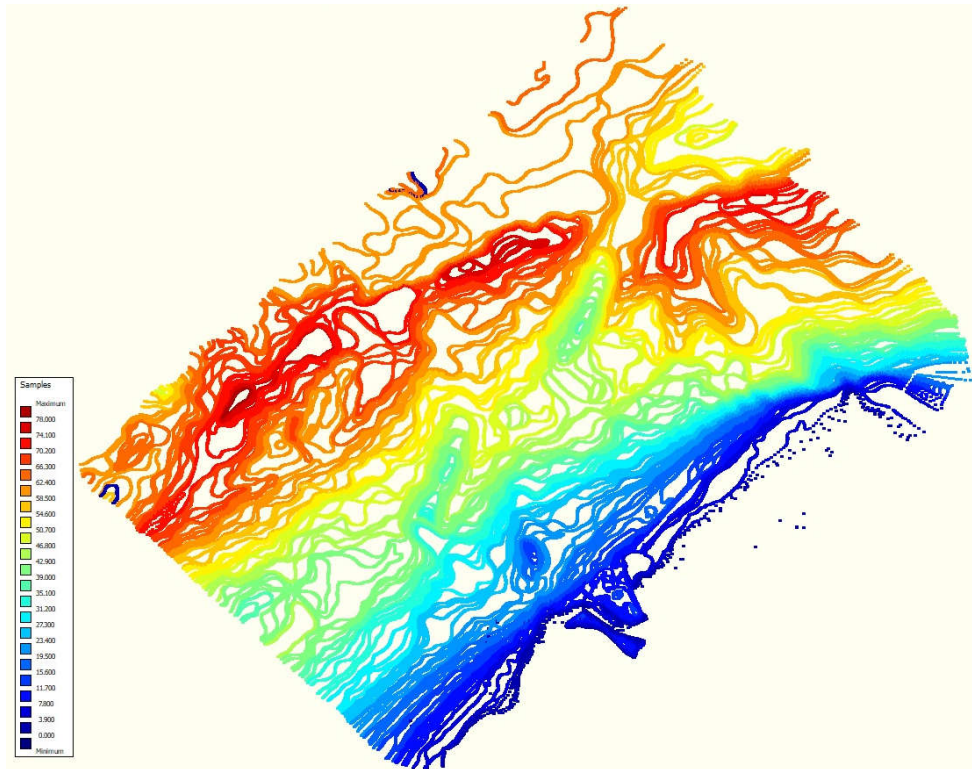
4.7. Pemodelan Ekisting PLTU Suralaya

Dalam tugas akhir ini tahapan analisa kondisi eksisting yang dibahas merupakan peninjauan kondisi awal PTLU Suralaya sebelum dilakukan reklamasi. Hasil dari pemodelan kondisi eksisting ini akan digunakan sebagai tolok ukur evaluasi dari hasil pemodelan kondisi alternatif perencanaan reklamasi.

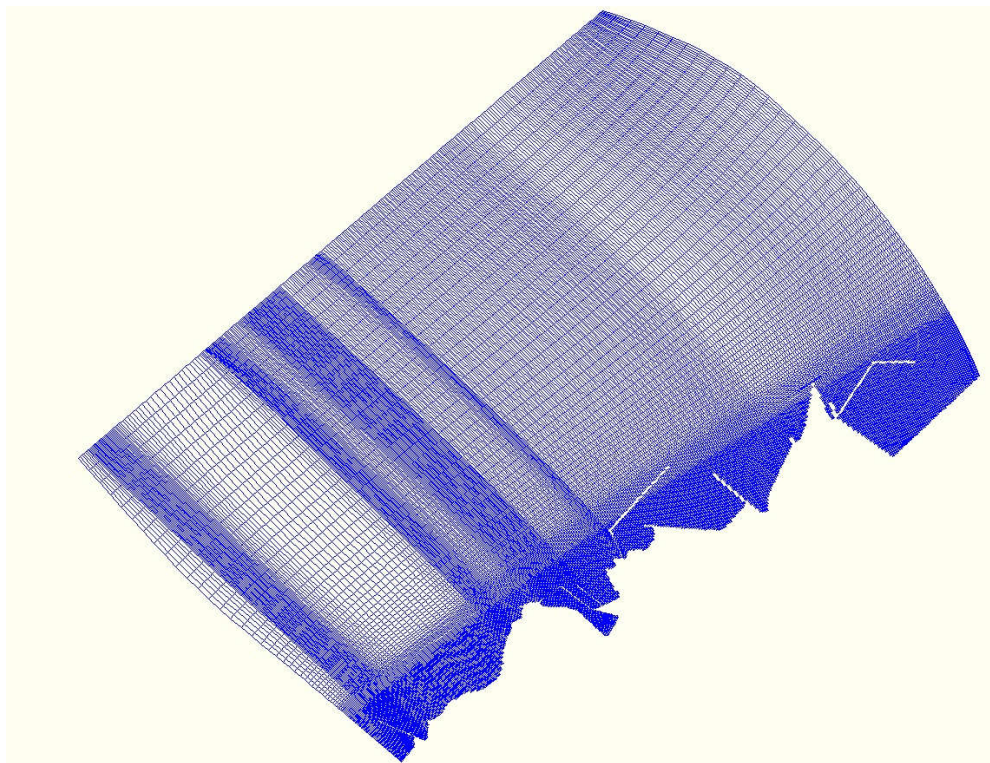
Secara garis besar pemodelan menggunakan software Delf3D dibagi menjadi 3 tahapan seperti tahapan persiapan, yaitu persiapan model yang meliputi pembuatan grid, meshing kedalaman dan area studi, setting input parameter pemodelan, tahap simulasi pemodelan baik hidrodinamika, *sediment transport* dan perubahan morfologi, tahap validasi/kalibrasi model dan interpretasi hasil untuk ketiga kondisi (eksisting, alernatif 1 dan alternatif 2 perencanaan reklamasi).

4.7.1. Persiapan Model

Pemodelan hidrodinamika dan sedimen pada kondisi eksisting dilakukan dengan membuat model geometri yang didapatkan dari data sekunder berupa peta kontur batimetri dalam bentuk file Autocad. Peta batimetri tersebut disimpan sebagai file berekstensi (*.dxf) pada software Autocad yang kemudian didigitasi untuk mendapatkan koordinat x , y , dan z dengan file berekstensi (*.xyz) menggunakan software DXF2XYZ atau Global Mapper. Sample berekstensi (*.xyz) inilah yang digunakan sebagai data input untuk meshing pada software Delf3D. Selain sample, untuk melakukan meshing diperlukan juga data grid dengan ekstensi (*.grd). Data grid ini didapatkan dari hasil pengolahan data sample pada software Delf3D menggunakan menu RGFGGRID pada modul Grid. Kedua data ini diberikan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 di bawah ini.

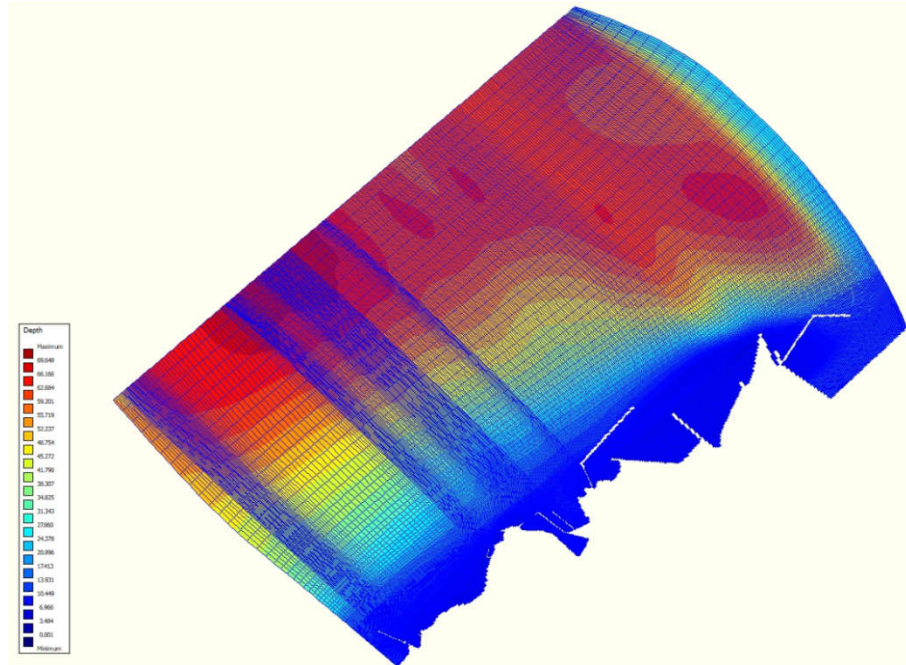


Gambar 4.4 Sample PLTU Suralaya pada Kondisi Eksisting



Gambar 4.5 Model Grid PLTU Suralaya pada Kondisi Eksisting

Untuk selanjutnya dilakukan pembuatan meshing kedalaman PLTU Suralaya dengan menggunakan menu QUICKN. Hasil output dari menu ini berupa data kedalaman dengan ekstensi (*.dep). Meshing kedalaman PLTU Suralaya disajikan dalam Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Meshing pada Kondisi Eksisting PLTU Suralaya

Data grid dan meshing kedalaman yang telah didapatkan dari modul Grid inilah yang digunakan sebagai data input parameter pemodelan dengan beberapa data sekunder sebagai batas kondisi lingkungan.

4.7.2. Simulasi Pemodelan

Simulasi pemodelan dilakukan selama 36 hari untuk bisa mendapatkan gambaran pola arus, sedimentasi dan perubahan morfologi dari kondisi eksisting. Simulasi dimulai pada tanggal 25 Mei 2017 pukul 00:00 dan diakhiri pada tanggal 30 Juni 2017 pukul 00:00. Interval waktu tiap time step diambil 6 detik atau tiap 0,1 menit sehingga simulasi dilakukan sebanyak 518.400 *time step*.

4.7.3. Validasi Model

Setelah melakukan simulasi model, kemudian dilakukan validasi data untuk mengetahui keakurasian dari model yang telah dibuat. Validasi model dilakukan dengan membandingkan data pasang surut dan temperatur dari data pengukuran dengan data hasil pemodelan yang kemudian dihitung tingkat error dari kedua data tersebut. Adapun lokasi titik yang digunakan untuk validasi data yaitu 6 titik yang mengacu pada titik-titik pengukuran

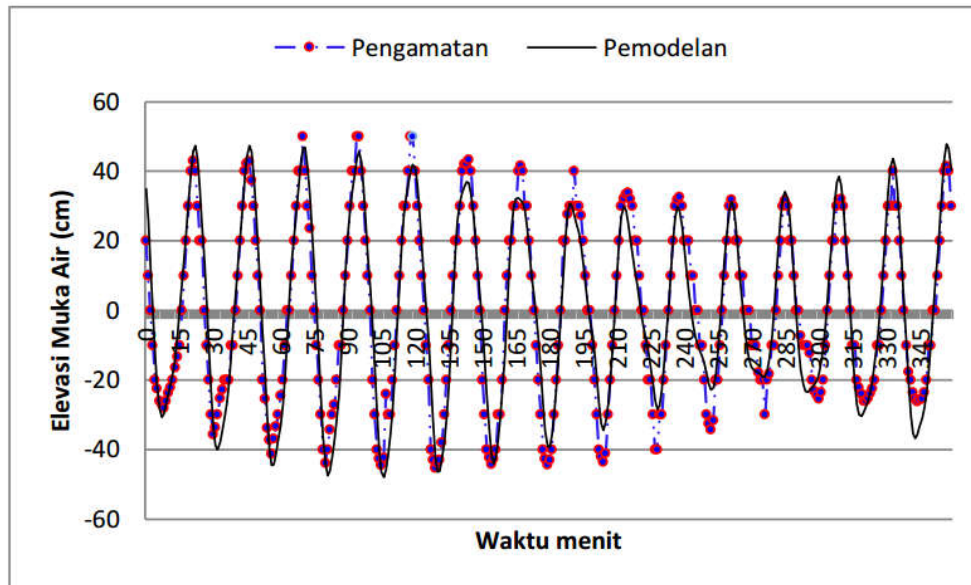
arus dan sedimen pada saat survey. Lokasi titik pengamatan dan letak koordinat dapat dilihat pada Gambar 4.1. dan Tabel 4.4.

Dengan membandingkan data menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dan presentase error yang diberikan pada persamaan (3.1) dan (3.2) maka diperoleh nilai error yang diberikan pada Tabel 4.6. di bawah ini.

No.	Lokasi	Pasang Surut
		(%)
1	Titik 1	1,55
2	Titik 2	1,61
3	Titik 3	1,51
4	Titik 4	1,59
5	Titik 5	1,59
6	Titik 6	1,60

Tabel 4.6. Hasil Validasi Model Hidrodinamika

Berdasarkan tabel hasil validasi pasang surut di atas presentase error mempunyai nilai kurang dari 2 % sehingga hasil pemodelan menggunakan software Delf3D cukup valid untuk mewakili kondisi lapangan. Gambar 4.7. berikut ini merupakan hasil elevasi muka air pada Titik 1 dengan error 1.55%.

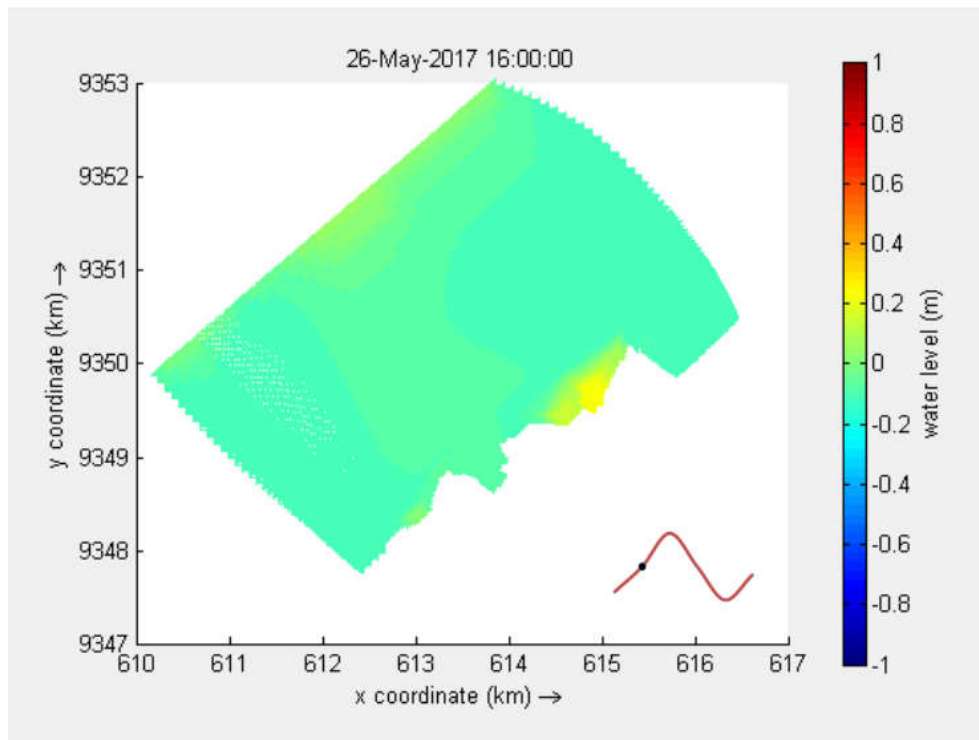


Gambar 4.7. Grafik Validasi Pasang Surut di PLTU Suralaya

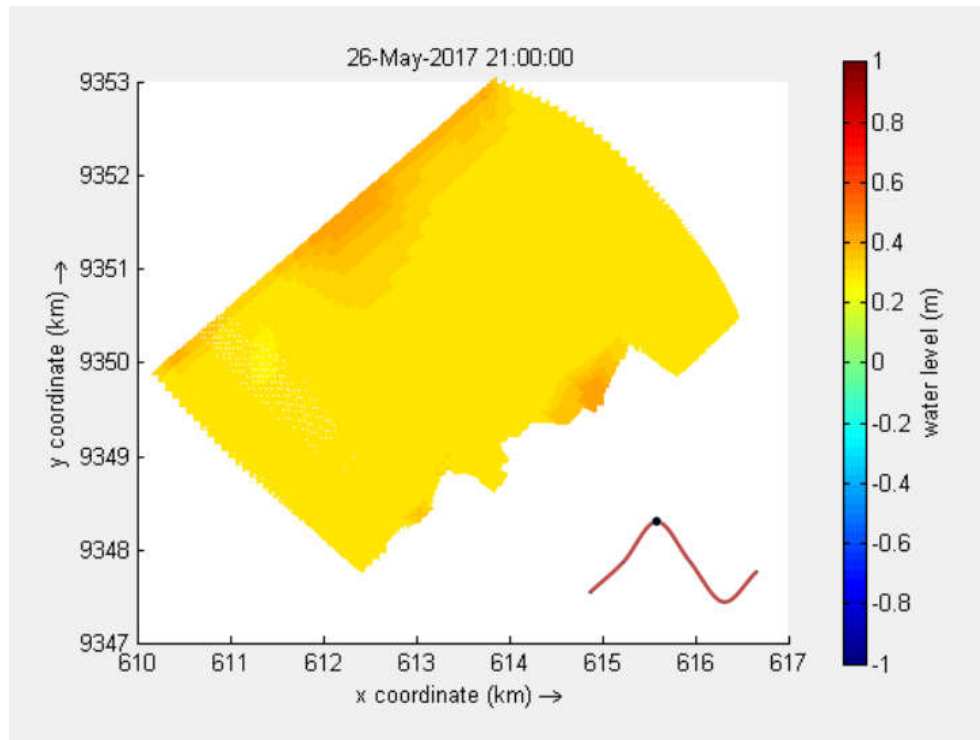
4.7.4. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika pada Kondisi Eksisting

Hasil simulasi pemodelan hidrodinamika berupa model pasang surut dan kecepatan arus di sekitar PLTU Suralaya. Kondisi yang dilihat yaitu saat sebelum pasang, saat pasang, sebelum surut, dan saat surut.

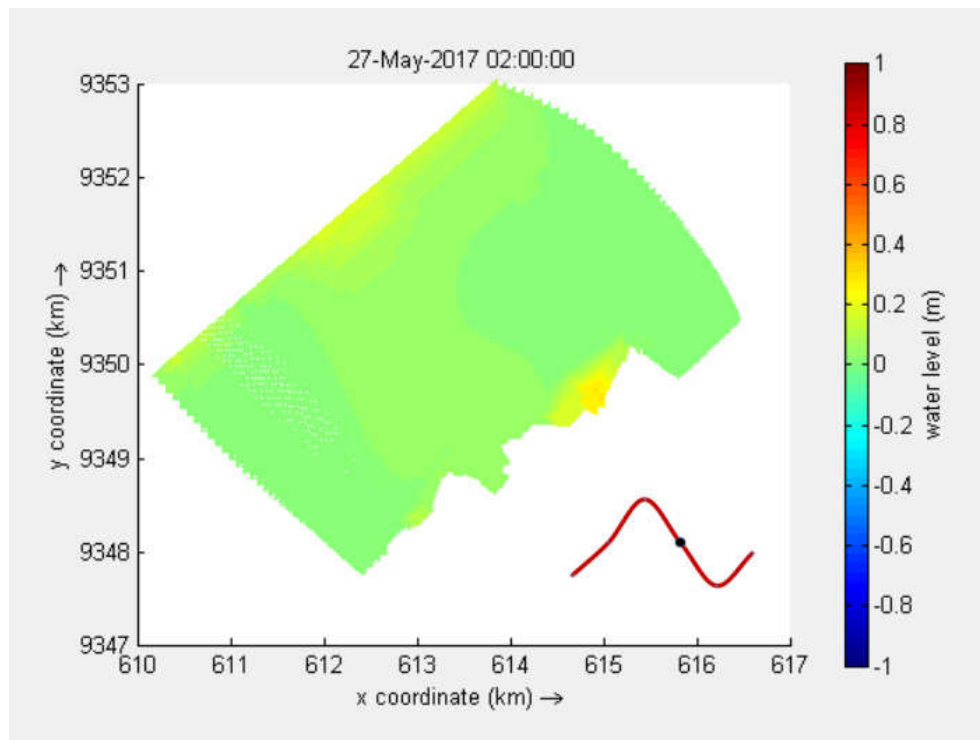
Gambar 4.8 – Gambar 4.11 merupakan gambaran distribusi muka air pada kondisi menuju pasang, saat pasang, menuju surut, dan saat surut untuk pemodelan pada kondisi eksisting. Sedangkan Gambar 4.12 – Gambar 4.15 menunjukkan distribusi pola arus dari *depth average velocity* yang sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut dengan arah dominan penjalaran gelombang yang berasal dari arah Utara, Timur, dan Timur Laut.



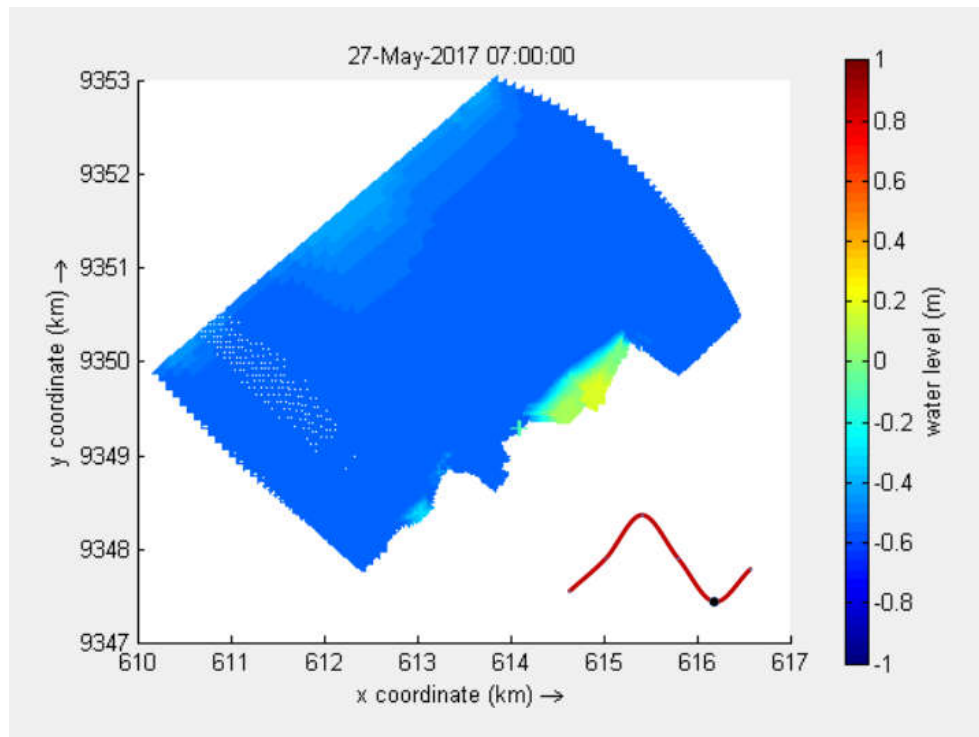
Gambar 4.8. Elevasi Muka Air Saat Menuju Pasang pada Kondisi Eksisting



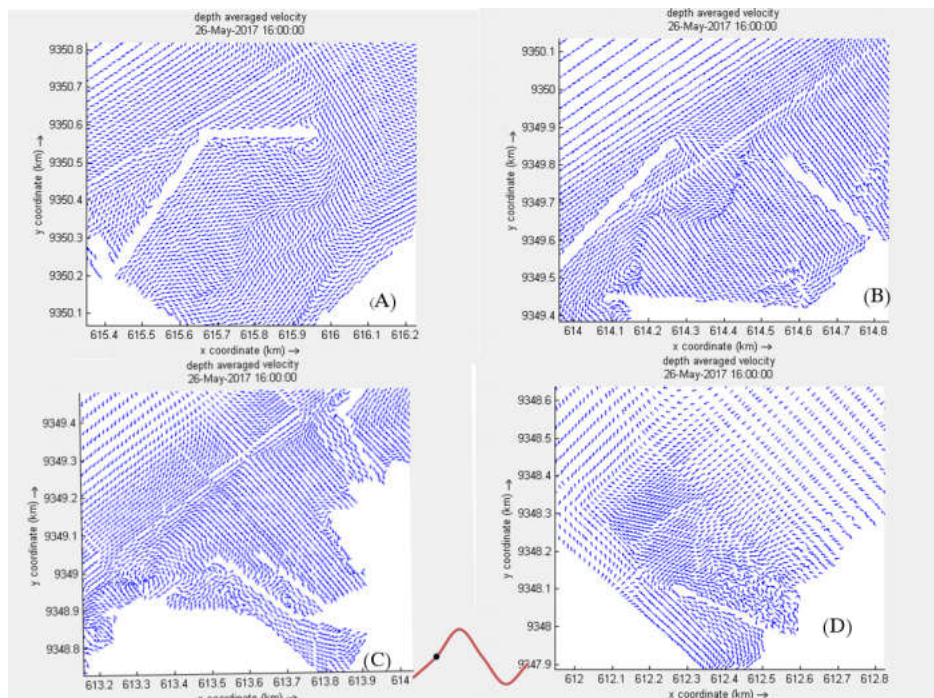
Gambar 4.9. Elevasi Muka Air Saat Pasang pada Kondisi Eksising



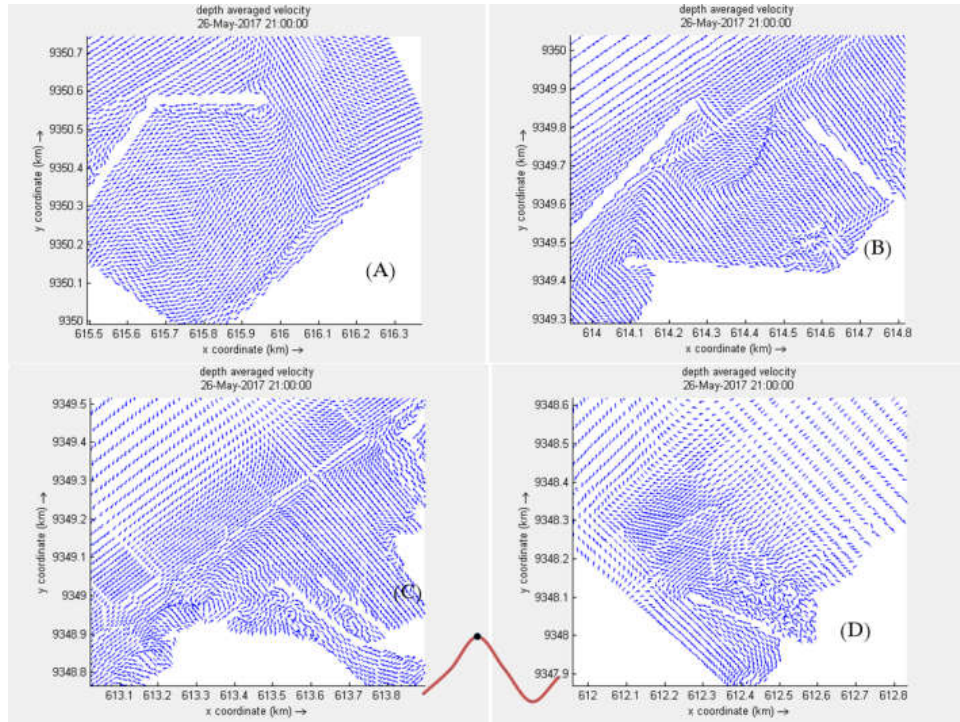
Gambar 4.10. Elevasi Muka Air Saat Menuju Surut pada Kondisi Eksising



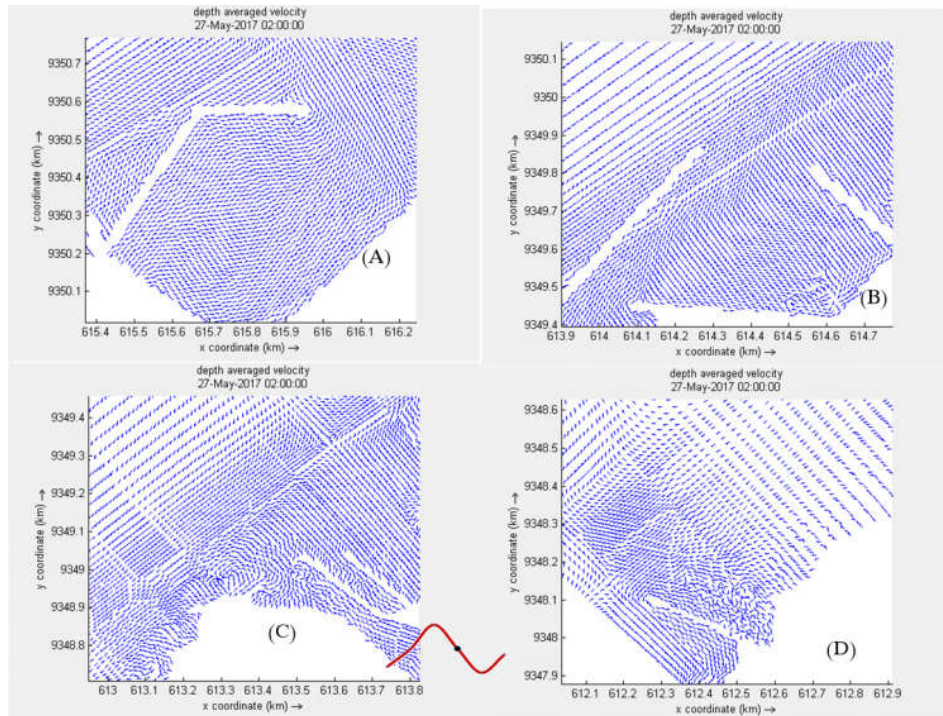
Gambar 4.11. Elevasi Muka Air Saat Surut pada Kondisi Eksising



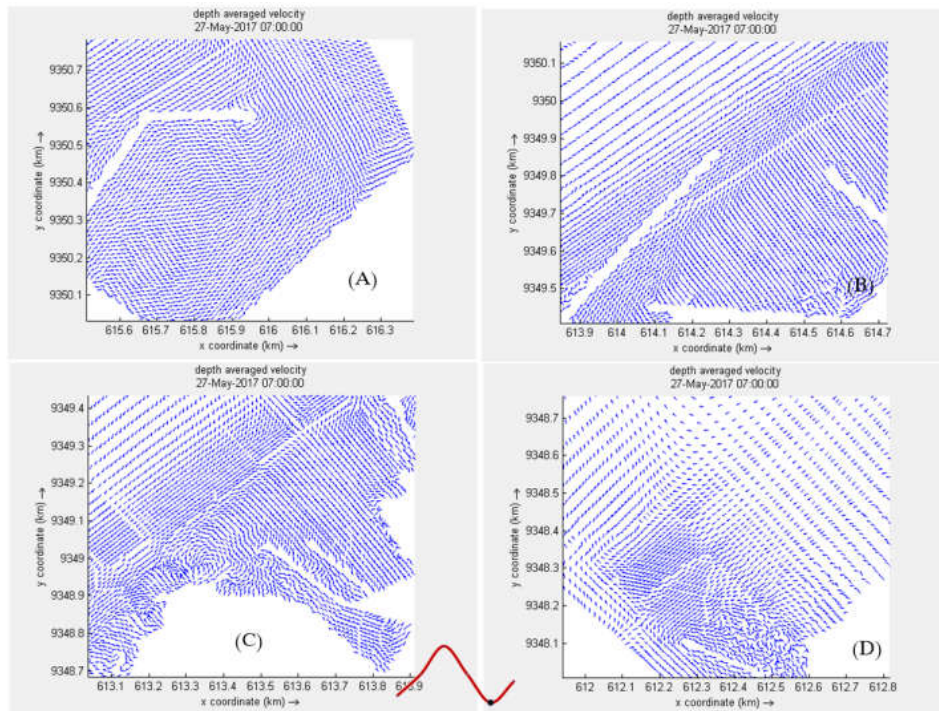
Gambar 4.12. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Pasang pada Kondisi Eksising (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.13. Distribusi Pola Arus Saat Pasang pada Kondisi Eksising (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



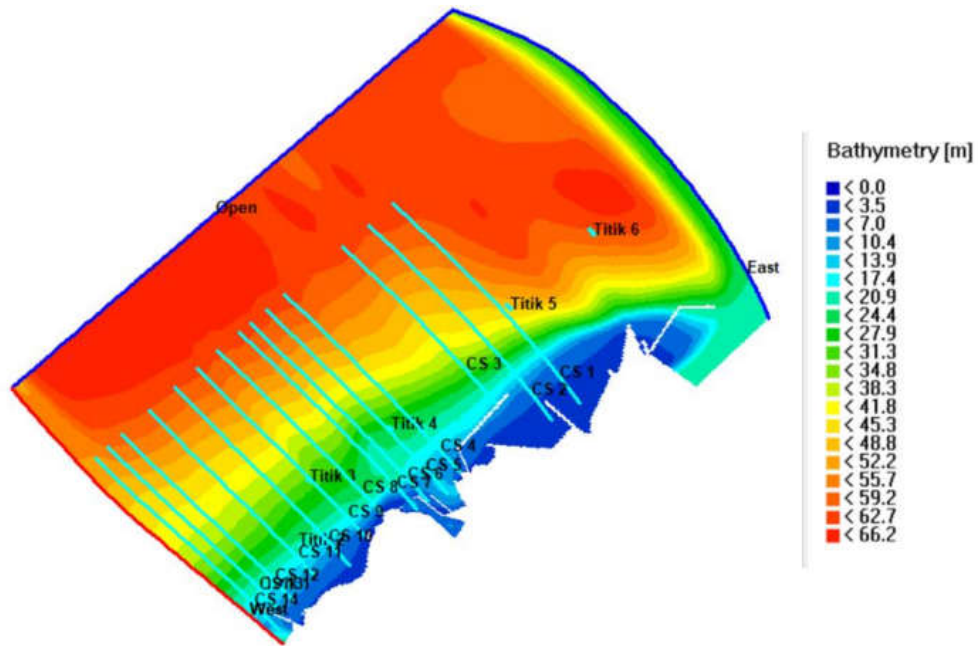
Gambar 4.14. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Surut pada Kondisi Eksising (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.15. Distribusi Pola Arus Saat Surut pada Kondisi Eksising (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake

4.7.5. Hasil Simulasi Model Sedimen Transpor

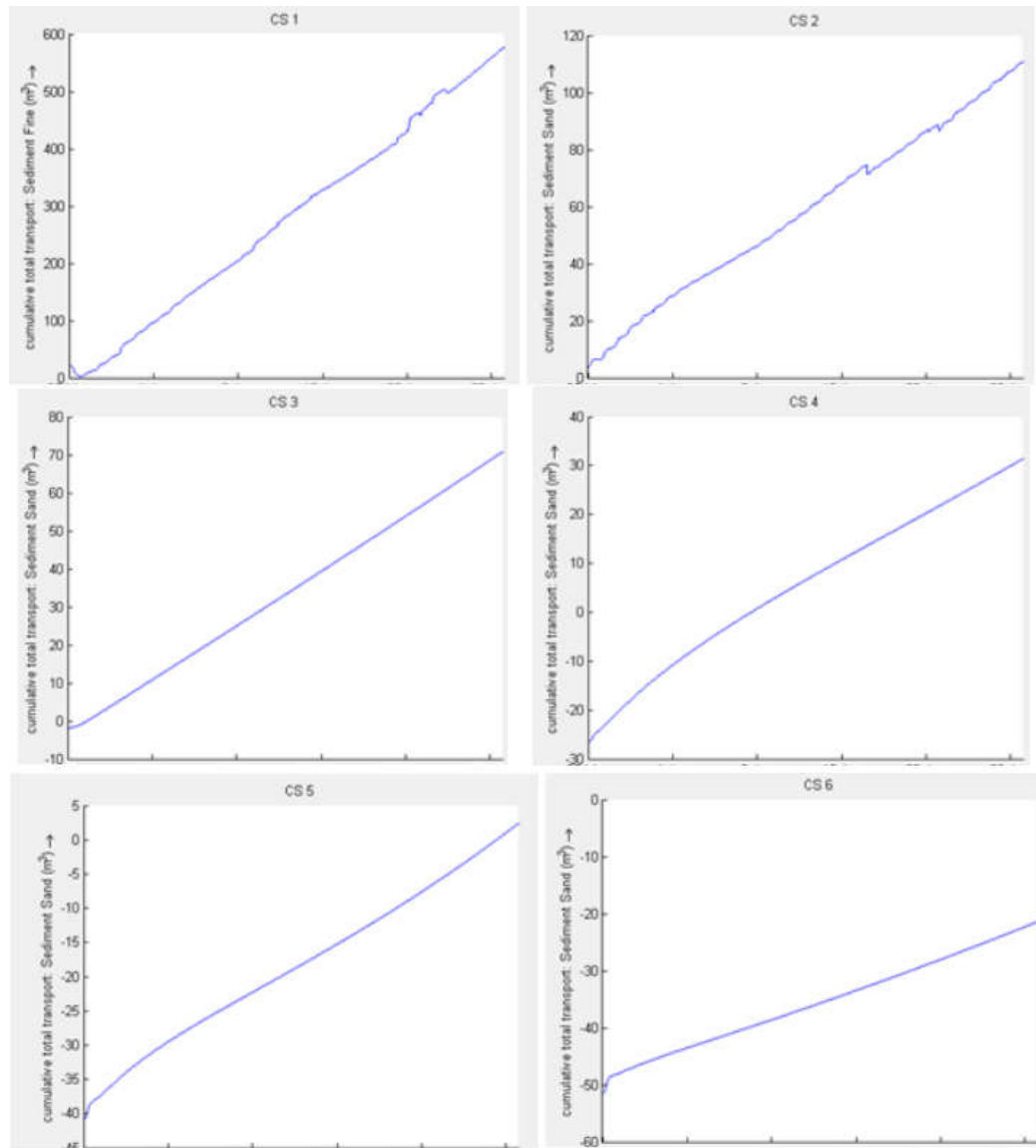
Perubahan profil dasar perairan dapat terjadi akibat adanya proses sedimentasi ataupun akibat pendangkalan. Faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi ataupun pendangkalan tersebut diantaranya adalah pergerakan arus dan gelombang serta pasang surut. Pada penelitian ini perubahan sedimen diamati selama 36 hari. Pengamatan dilakukan pada 6 titik dan 14 cross section dari batas pantai menuju lepas pantai dengan kedalaman lebih dari -65 meter seperti yang terlihat pada Gambar 4.16.



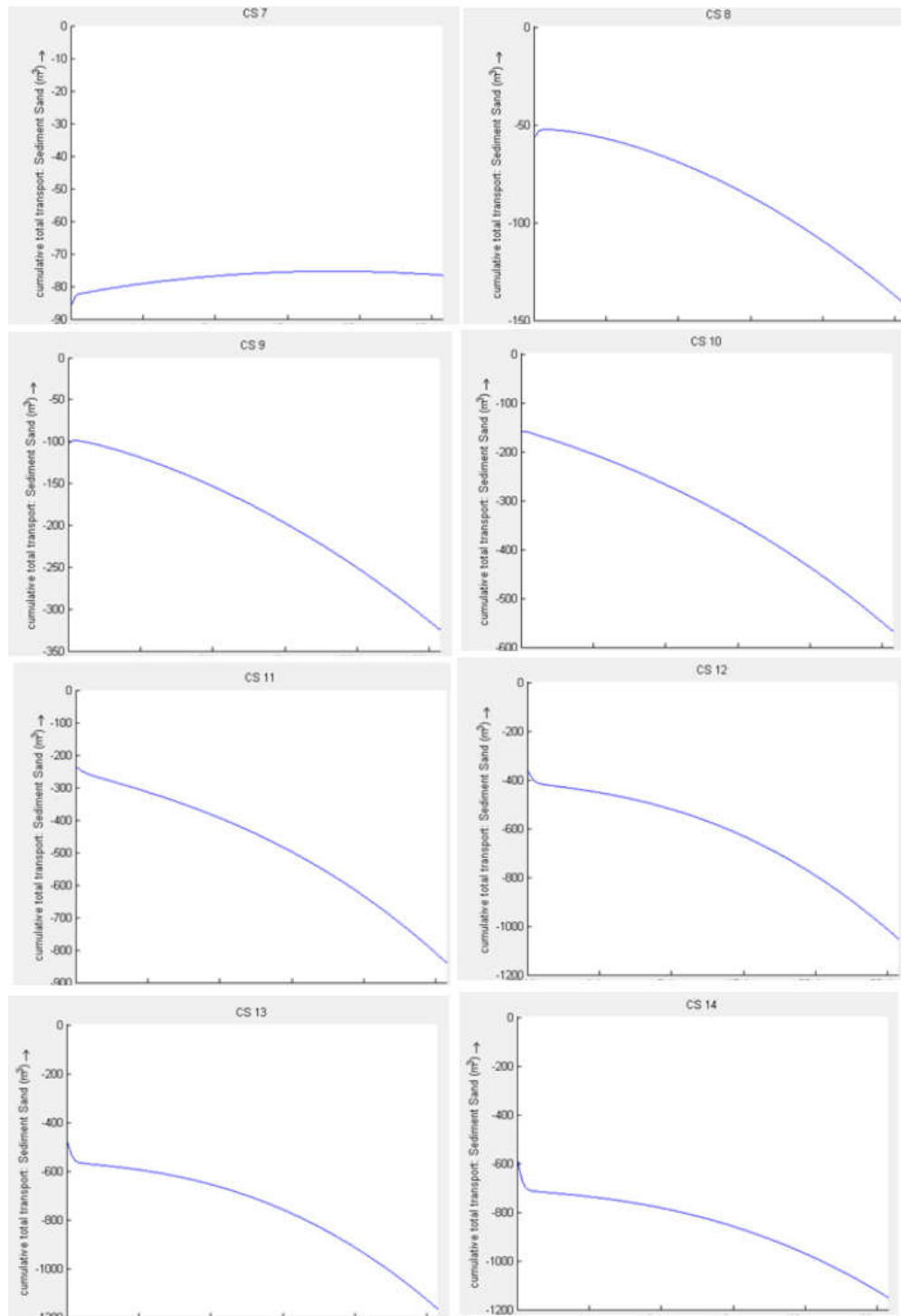
Gambar 4.16. Titik Observasi dan Cross Section pada Kondisi Eksisting

Dari hasil pemodelan transport sedimen menunjukkan bahwa CS 1 sampai dengan CS 4 cenderung menghasilkan sedimentasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Dimana CS 1 sedimentasi mencapai 600 m^3 dan semakin ke arah barat sedimentasi yang terjadi di CS 3 dan CS 4 masing-masing mencapai 70 m^3 dan 30 m^3 . Sementara untuk area CS 5 dan CS 6 mengalami penurunan erosi dimana untuk CS 5 mengalami penurunan erosi sebesar 43 m^3 dan untuk CS 6 penurunan erosi yang terjadi sebesar 30 m^3 .

Sedangkan untuk area CS 7 hingga CS 14 cenderung mengalami erosi. Dapat dilihat pada Gambar 4.18 dengan rentang erosi yang terjadi antara -50 m^3 hingga -1180 m^3 . Dan erosi terbesar terjadi pada CS 13 yaitu sebesar 730 m^3 .



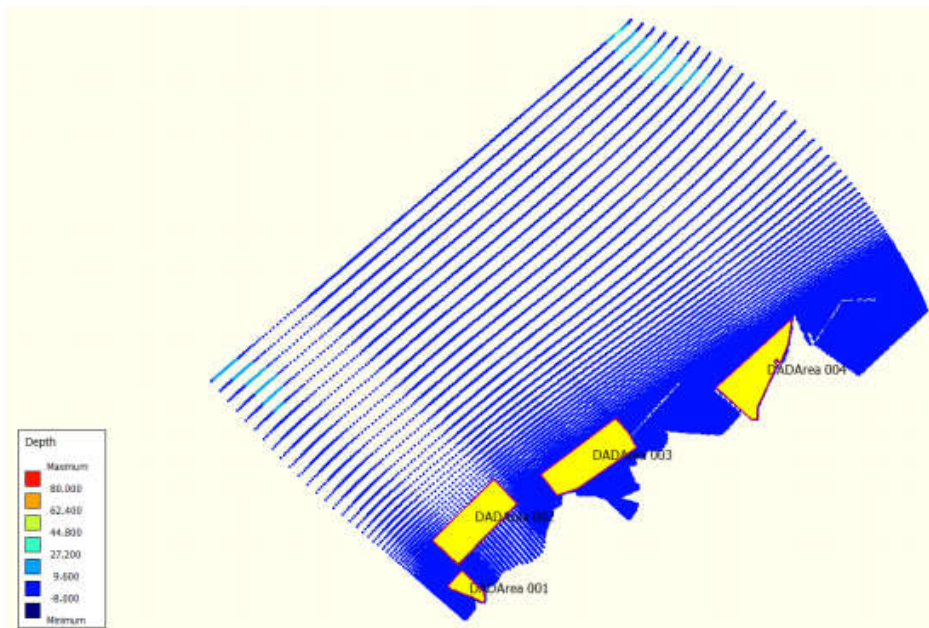
Gambar 4.17. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 1 Sampai Dengan Cross Section 6 pada Kondisi Eksisting pada Kondisi Eksisting



Gambar 4.18. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 7 Sampai Dengan Cross Section 14 pada Kondisi Eksising

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa sedimentasi yang terjadi berasal dari arah Timur menuju ke Barat. Hal ini disebabkan karena arah dominan dari gelombang dan angin yang berasal dari Timur. Adapun area-

area yang dihitung volume sedimentasi dan erosinya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi untuk DAD Area 001 Hingga DAD Area 004 Pada Kondisi Eksisting

Sedangkan untuk hasil perhitungan volume kumulatif erosi dan sedimentasi disajikan dalam bentuk table yang ditunjukkan Tabel 4.6 di bawah ini.

Lokasi	Luas (m ²)	Volume (m ³)
DAD Area 001	41067,6	462,16
DAD Area 002	221356,0	61,16
DAD Area 003	234569,0	7309,54
DAD Area 004	208295,0	109212,0

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Eksisting

4.8. Pemodelan Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi PLTU Suralaya

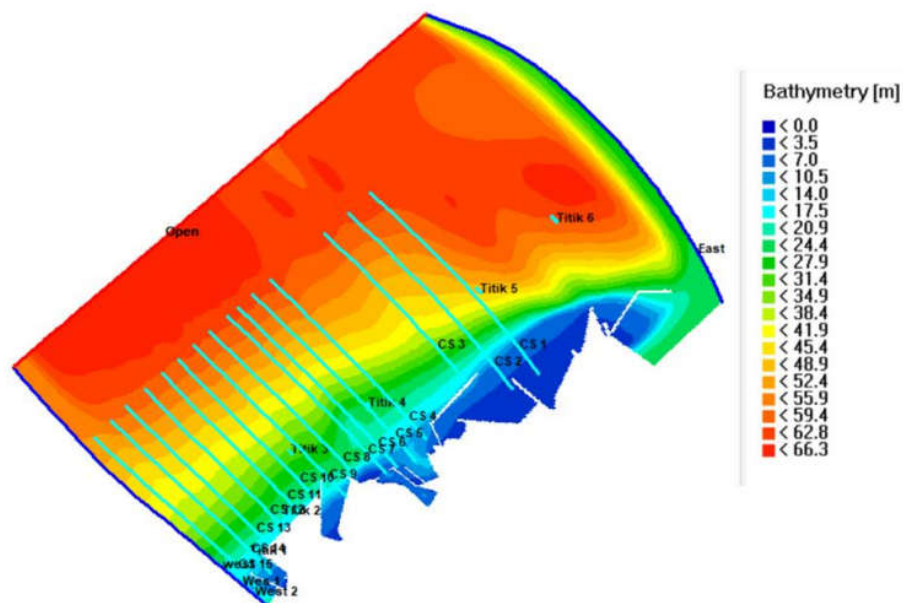
Berbeda dengan pemodelan eksisting, pada pemodelan alternatif 1 perencanaan reklamasi ini akan dibagi menjadi 2 tahapan. Seperti tahapan persiapan, yaitu persiapan model yang meliputi pembuatan grid, meshing kedalaman dan area studi, setting input parameter pemodelan, dan tahap simulasi pemodelan baik hidrodinamika, sediment transport dan perubahan morfologi.

4.8.1. Persiapan Model

Alternatif 1 perencanaan reklamasi pada proyek pengembangan unit 9 dan 10 PLTU Suralaya direncanakan memiliki luasan area sebesar 193.777,294 m² seperti yang diberikan pada Gambar 4.20 di bawah ini.

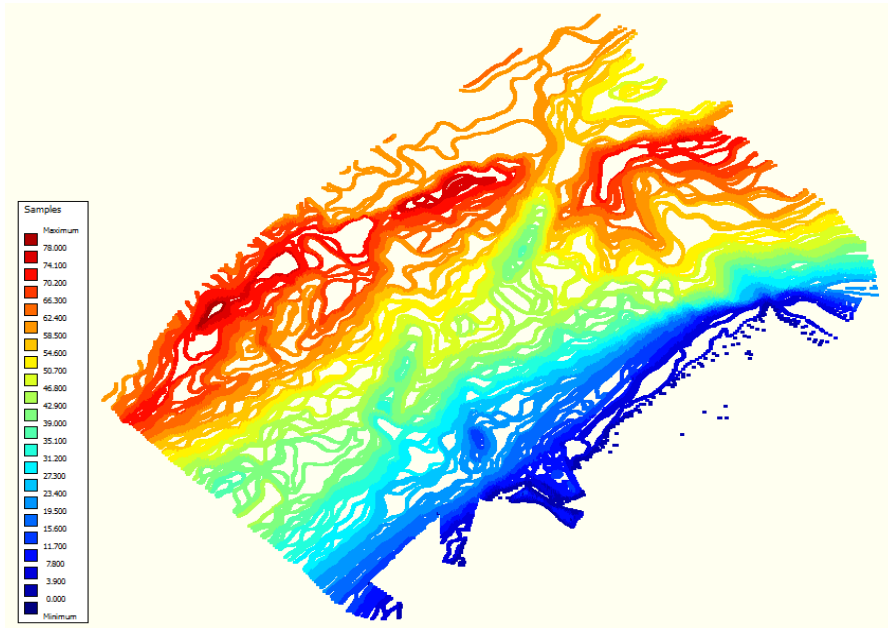


Gambar 4.20. Layout Perencanaan Alternatif 1 Reklamasi Unit 9 dan Unit 10 PLTU Suralaya

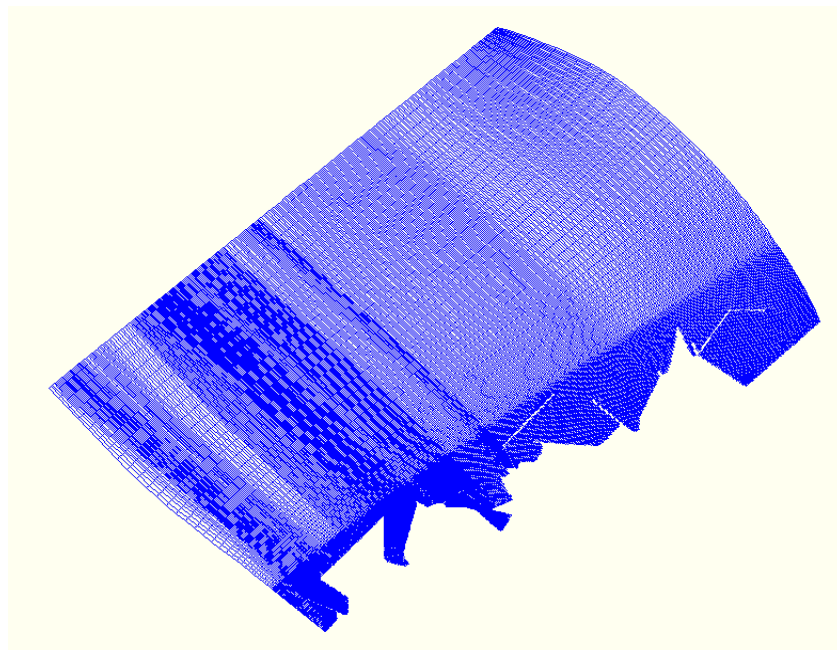


Gambar 4.21. Kedalaman Perairan Pemodelan Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi

Sama halnya dengan pemodelan eksisting, pada tahap ini penulis melakukan hal yang sama seperti yang dilakukan pada pemodelan eksisting. Hanya saja data yang digunakan berbeda. Seperti data sampel dan grid yang digunakan untuk meshing yang ditunjukkan pada Gambar 4.22 untuk data sampel dan Gambar 4.23 untuk data grid seperti gambar di bawah ini.

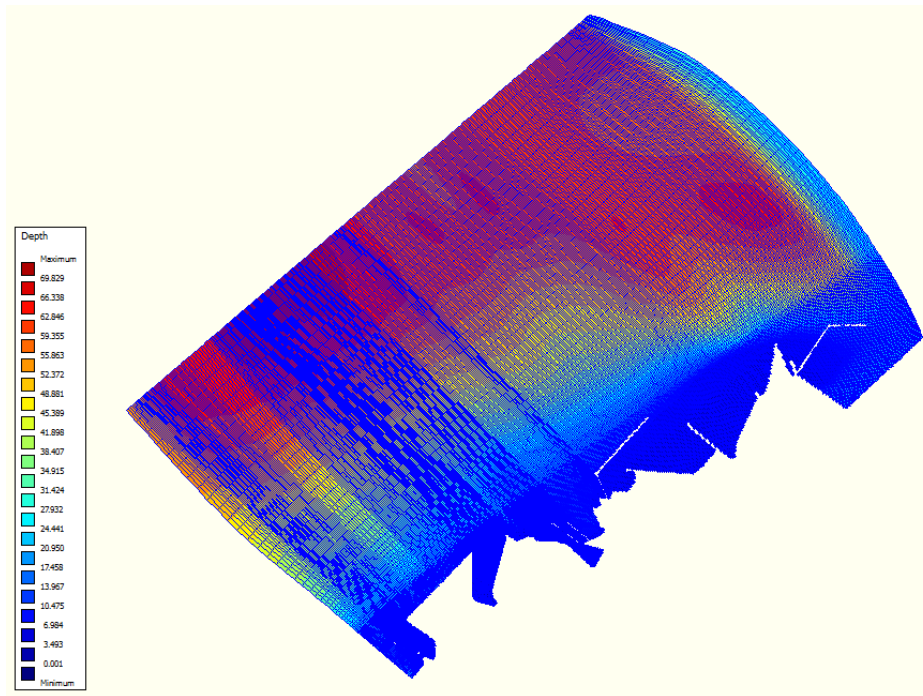


Gambar 4.22. Sample PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 1



Gambar 4.23. Model Grid PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 1
Perencanaan Reklamasi

Sedangkan untuk hasil meshing pada pemodelan alternatif 1 perencanaan reklamasi PLTU Suralaya ditunjukkan pada Gambar 4.24 di bawah ini.



Gambar 4.24. Meshing pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi PLTU Suralaya

4.8.2. Simulasi Model

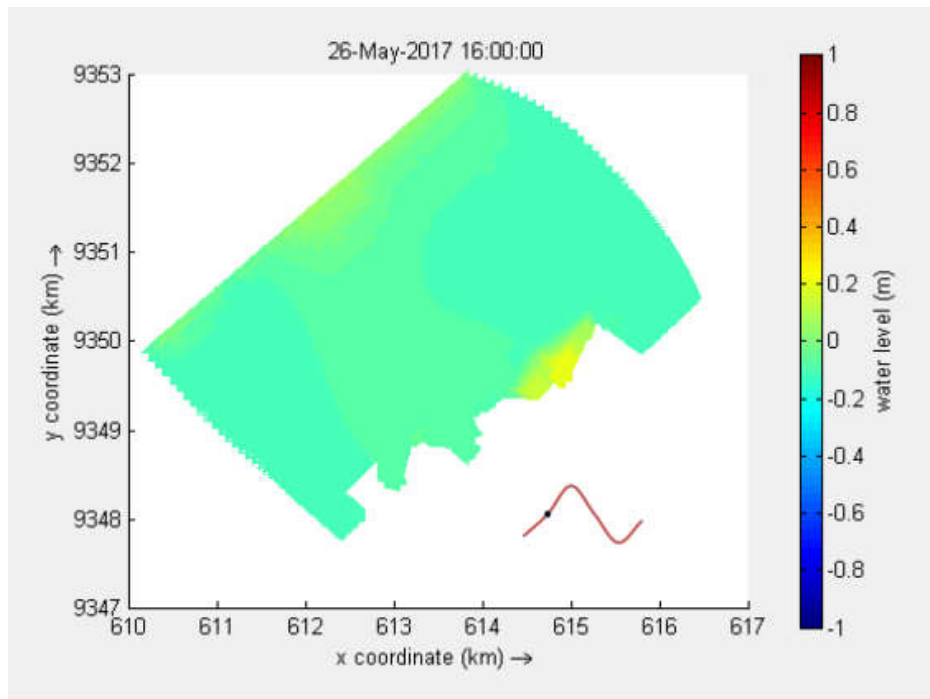
Pada tahap simulasi model untuk kondisi alternatif 1 perencanaan reklamasi dilakukan sama seperti simulasi model pada kondisi eksisting, dilakukan selama 36 hari dan dimulai pada tanggal 25 Mei 2017 pukul 00:00 dan diakhiri pada tanggal 30 Juni 2017 pukul 00:00. Interval waktu tiap time step diambil 6 detik atau tiap 0,1 menit sehingga simulasi dilakukan sebanyak 518.400 *time step*.

4.8.3. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika Pada Kondisi Alternatif 1

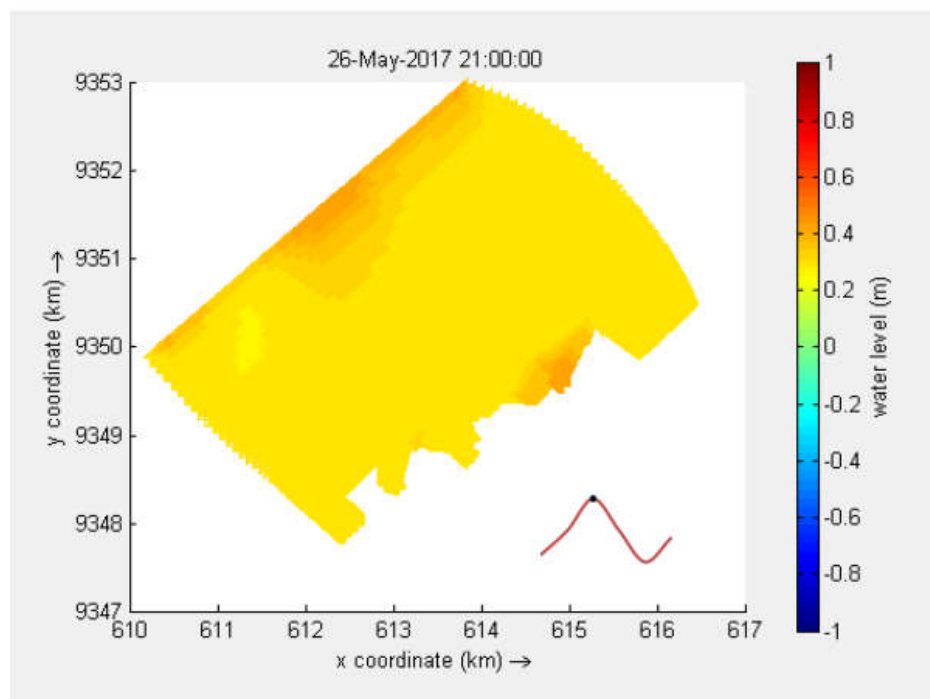
Hasil simulasi pemodelan hidrodinamika berupa model pasang surut dan kecepatan arus di sekitar PLTU Suralaya. Kondisi yang dilihat yaitu saat sebelum pasang, saat pasang, sebelum surut, dan saat surut.

Gambar 4.25 – Gambar 4.28 merupakan gambaran distribusi muka air pada kondisi menuju pasang, saat pasang, menuju surut, dan saat surut untuk pemodelan pada kondisi eksisting. Sedangkan Gambar 4.29 – Gambar 4.32 menunjukkan distribusi pola arus dari *depth average velocity* yang

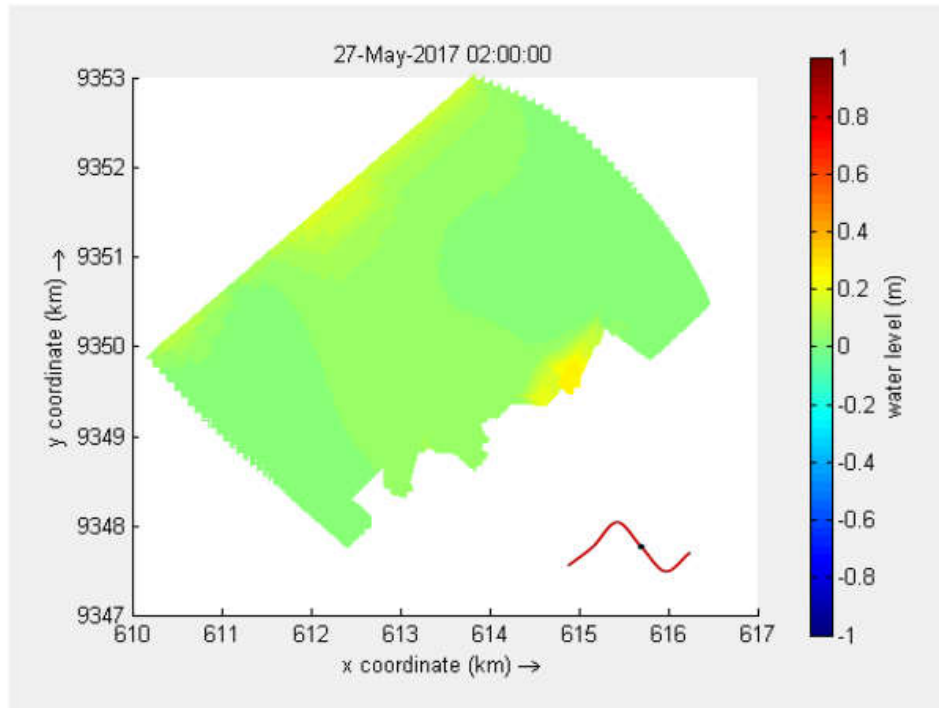
sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut dengan arah dominan penjalaran gelombang yang berasal dari arah Utara, Timur, dan Timur Laut.



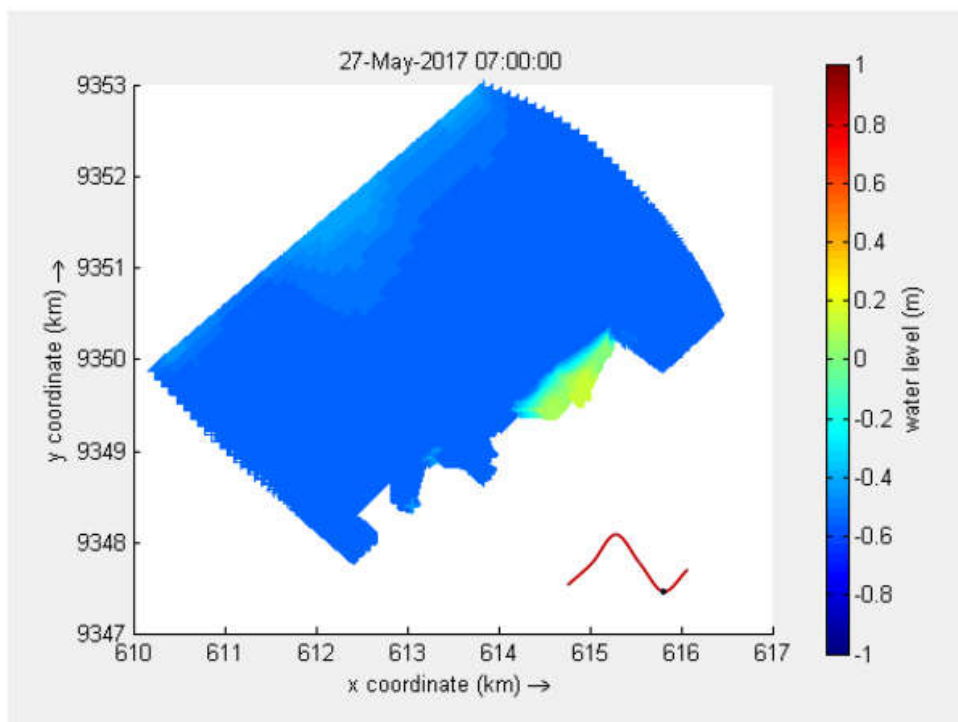
Gambar 4.25. Elevasi Muka Air Saat Menuju Pasang pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi



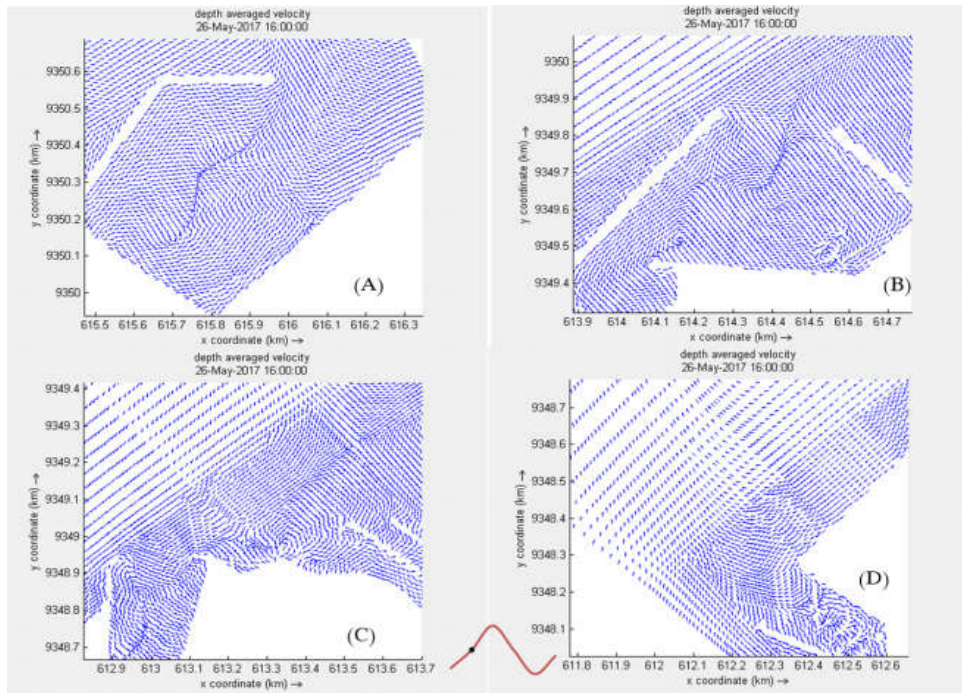
Gambar 4.26. Elevasi Muka Air Saat Pasang pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi



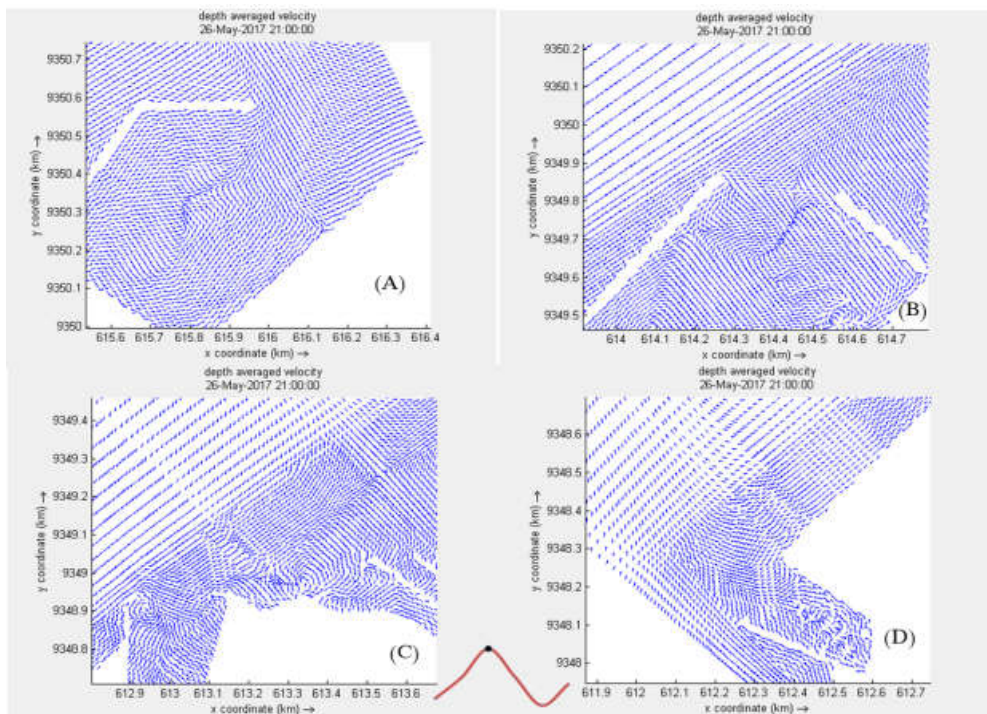
Gambar 4.27. Elevasi Muka Air Saat Menuju Surut pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi



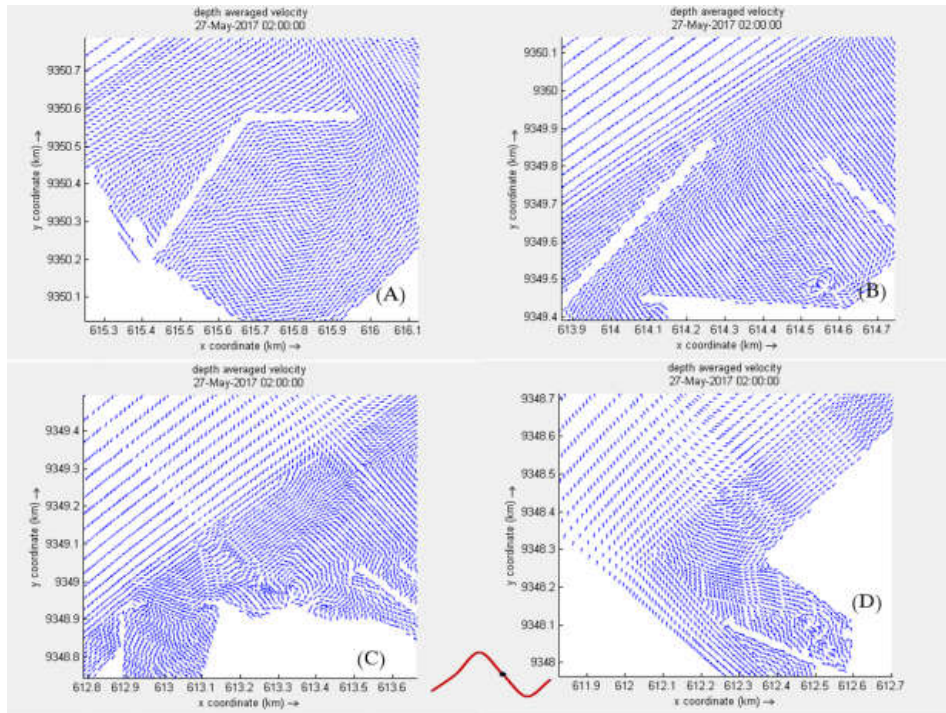
Gambar 4.28. Elevasi Muka Air Saat Surut pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi



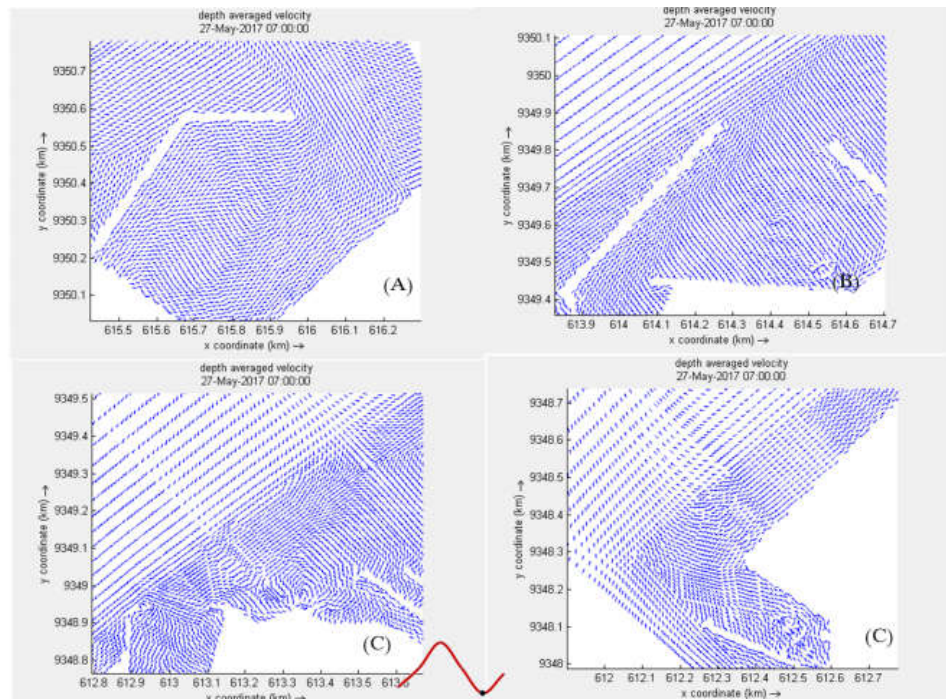
Gambar 4.29. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Pasang pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.30. Distribusi Pola Arus Saat Pasang pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.31. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Surut pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



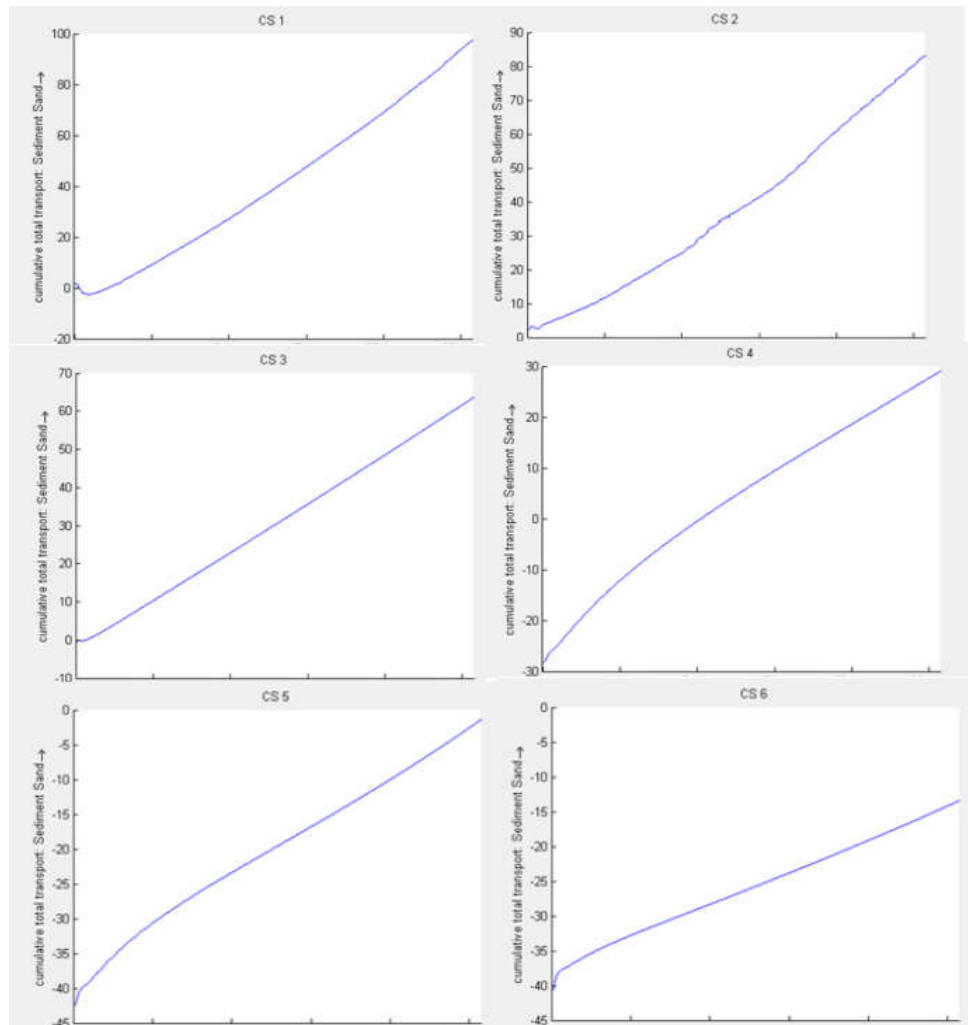
Gambar 4.32. Distribusi Pola Arus Saat Surut pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake

4.8.4. Hasil Simulasi Model Transpor Sedimen Kondisi Alternatif 1

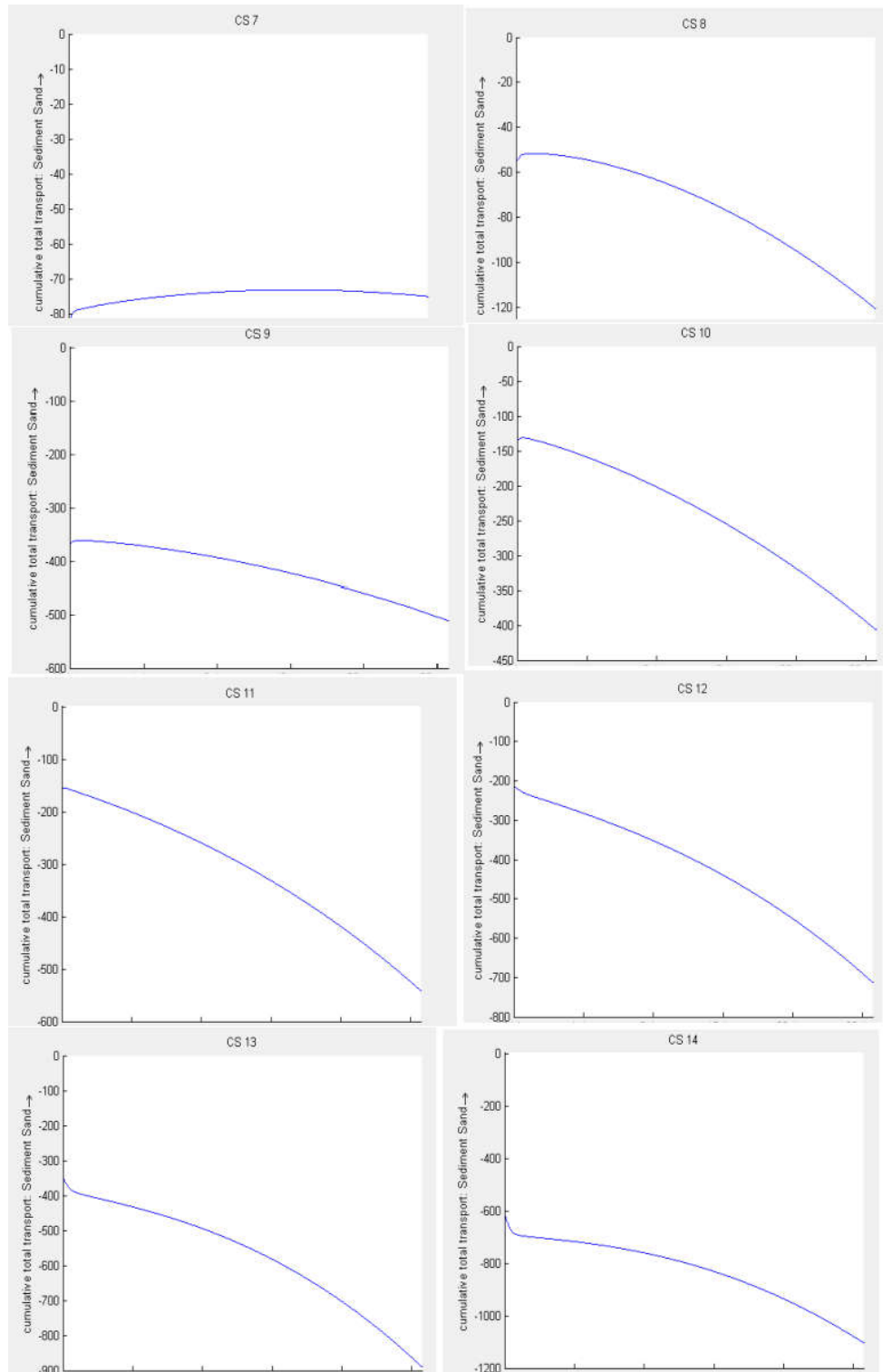
Perubahan profil dasar perairan dapat terjadi akibat adanya proses sedimentasi ataupun akibat pendangkalan. Faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi ataupun pendangkalan tersebut diantaranya adalah pergerakan arus dan gelombang serta pasang surut. Pada penelitian ini perubahan sedimen diamati selama 36 hari. Pengamatan dilakukan pada 6 titik dan 14 cross section dari batas pantai menuju lepas pantai dengan kedalaman lebih dari -65 meter seperti yang terlihat pada Gambar 4.21.

Dari hasil pemodelan transpor sedimen menunjukkan bahwa CS 1 sampai dengan CS 6 cenderung menghasilkan sedimentasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.33. Dimana CS 1 sedimentasi mencapai 100 m^3 dan semakin ke arah barat sedimentasi yang terjadi di CS 3 mencapai 70 m^3 . Sementara untuk area CS 5 dan CS 6 mengalami penurunan erosi dimana untuk CS 5 mengalami penurunan erosi sebesar 45 m^3 dan untuk CS 6 penurunan erosi yang terjadi sebesar 30 m^3 .

Sedangkan untuk area CS 7 hingga CS 14 cenderung mengalami erosi. Dapat dilihat pada Gambar 4.34 dengan rentang erosi yang terjadi antara -50 m^3 hingga -600 m^3 . Dan erosi terbesar terjadi pada CS 14 yaitu sebesar 560 m^3 .



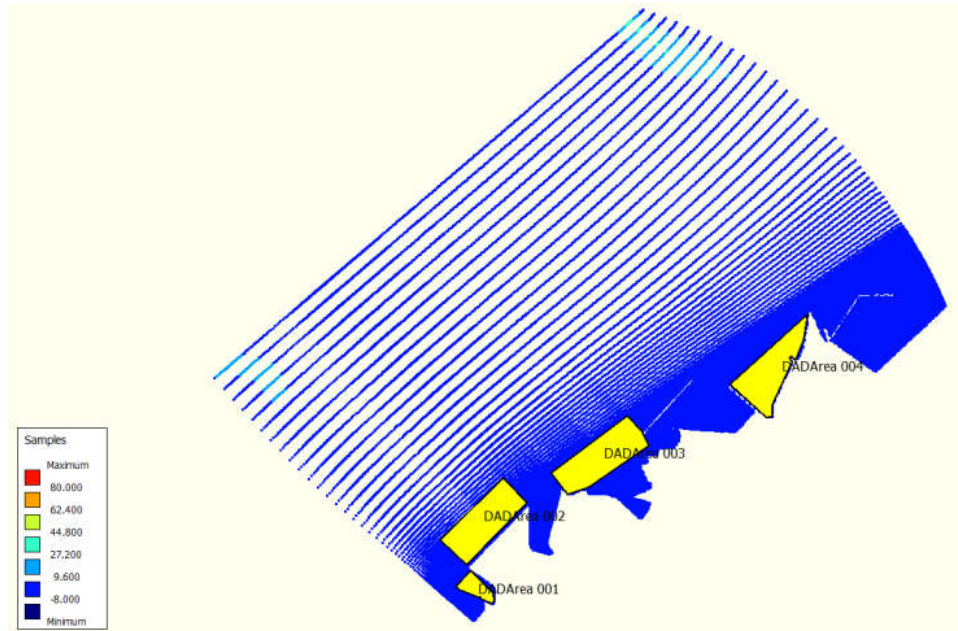
Gambar 4.33. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 1 Sampai Dengan Cross Section 6 pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi



Gambar 4.34. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 7 Sampai Dengan Cross Section 14 pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa sedimentasi yang terjadi berasal dari arah Timur menuju ke Barat. Hal ini disebabkan karena arah

dominan dari gelombang dan angin yang berasal dari Timur. Adapun area-area yang dihitung volume sedimentasi dan erosinya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35. Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi untuk DAD Area 001 Hingga DAD Area 004 Pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi

Sedangkan untuk hasil perhitungan volume kumulatif erosi dan sedimentasi disajikan dalam bentuk table yang ditunjukkan Tabel 4.8 di bawah ini.

Lokasi	Luas (m ²)	Volume (m ³)
DAD Area 001	41067,6	2,90
DAD Area 002	221356,0	93,35
DAD Area 003	234569,0	5879,00
DAD Area 004	208295,0	27683,70

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi Pada Kondisi Alternatif 1 Perencanaan Reklamasi

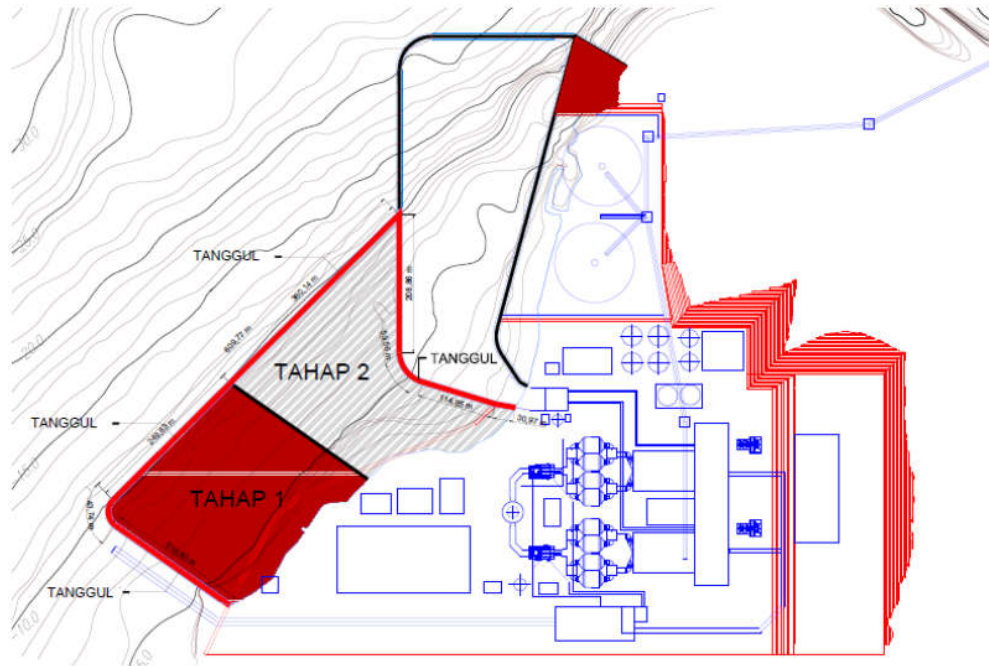
Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pemodelan alternatif 1 ini memberikan kontribusi pada penurunan sedimentasi dan erosi yang terjadi mencapai 30% dari hasil pemodelan pada kondisi eksisting.

4.9. Pemodelan Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi PLTU Suralaya

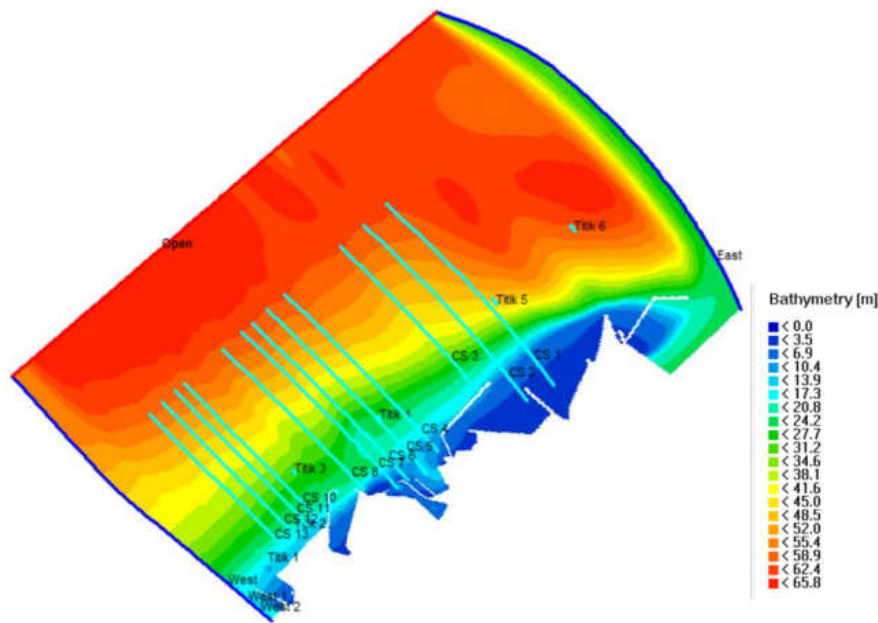
Sama seperti pemodelan alternatif 1 perencanaan reklamasi pada pemodelan alternatif 2 perencanaan reklamasi ini akan dibagi menjadi 2 tahapan. Seperti tahapan persiapan, yaitu persiapan model yang meliputi pembuatan grid, meshing kedalamannya dan area studi, setting input parameter pemodelan, dan tahap simulasi pemodelan baik hidrodinamika, sediment transport dan perubahan morfologi.

4.9.1. Persiapan Model

Alternatif 2 perencanaan reklamasi pada proyek pengembangan unit 9 dan 10 PLTU Suralaya direncanakan memiliki luasan area sebesar 128.805,742 m² dengan kedalaman maksimum mendekati -10 m seperti yang diberikan pada Gambar 4.36 dan Gambar 4.37 di bawah ini.

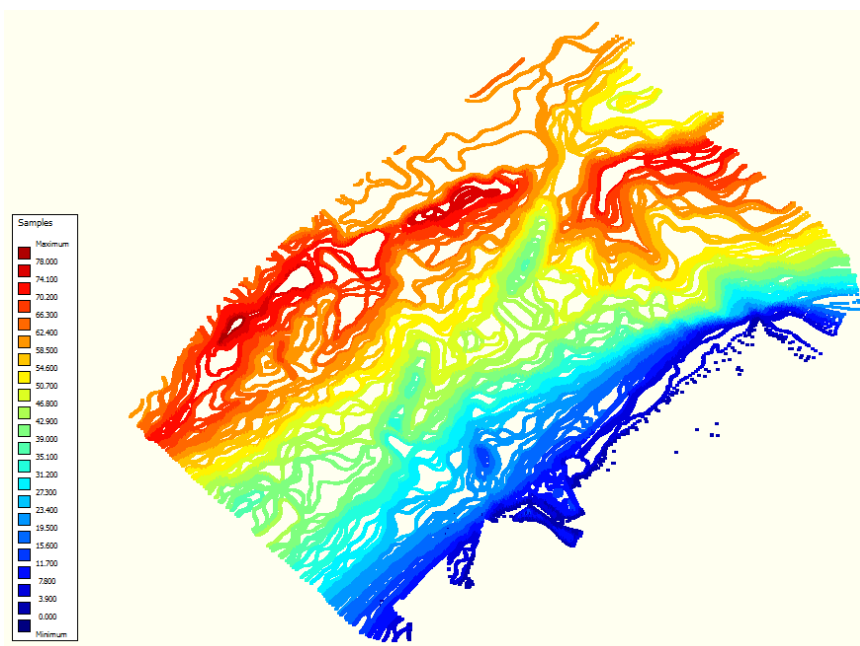


Gambar 4.36. Layout Perencanaan Alternatif 2 Reklamasi Unit 9 dan Unit 10 PLTU Suralaya

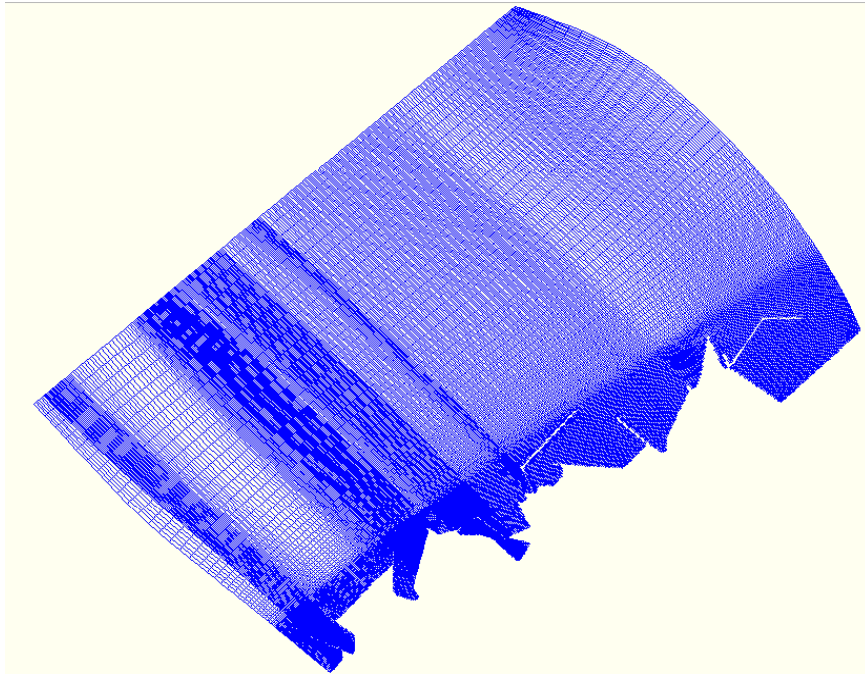


Gambar 4.37. Kedalaman Perairan Pemodelan Alternatif 2
Perencanaan Reklamasi

Sama halnya dengan pemodelan alternatif 1, pada tahap ini penulis melakukan hal yang sama seperti yang dilakukan pada pemodelan alternatif 1. Hanya saja data yang digunakan berbeda. Seperti data sampel dan grid yang digunakan untuk meshing yang ditunjukkan pada Gambar 4.38 untuk data sampel dan Gambar 4.39 untuk data grid seperti gambar di bawah ini.

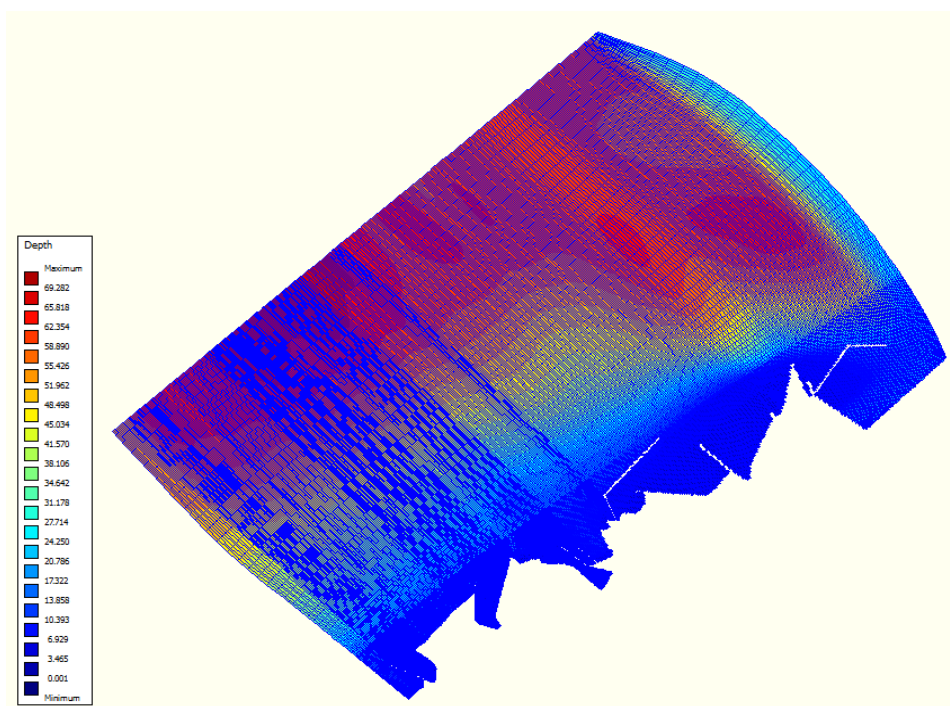


Gambar 4.38. Sample PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 2
Perencanaan Reklamasi



Gambar 4.39. Model Grid PLTU Suralaya pada Kondisi Alternatif 2
Perencanaan Reklamasi

Sedangkan untuk hasil meshing pada pemodelan alternatif 1 perencanaan reklamasi PLTU Suralaya ditunjukkan pada Gambar 4.40 di bawah ini.



Gambar 4.40. Meshing pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi
PLTU Suralaya

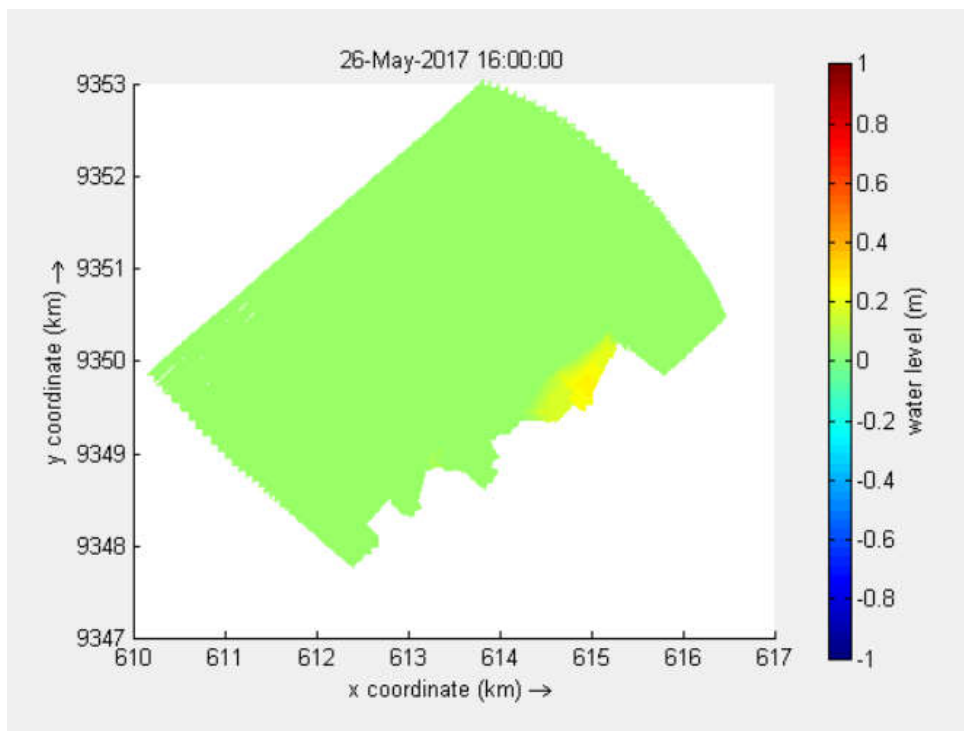
4.9.2. Simulasi Model

Pada tahap simulasi model untuk kondisi alternatif 2 perencanaan reklamasi dilakukan sama seperti simulasi model pada kondisi alternatif 1, dilakukan selama 36 hari dan dimulai pada tanggal 25 Mei 2017 pukul 00:00 dan diakhiri pada tanggal 30 Juni 2017 pukul 00:00. Interval waktu tiap time step diambil 6 detik atau tiap 0,1 menit sehingga simulasi dilakukan sebanyak 518.400 *time step*.

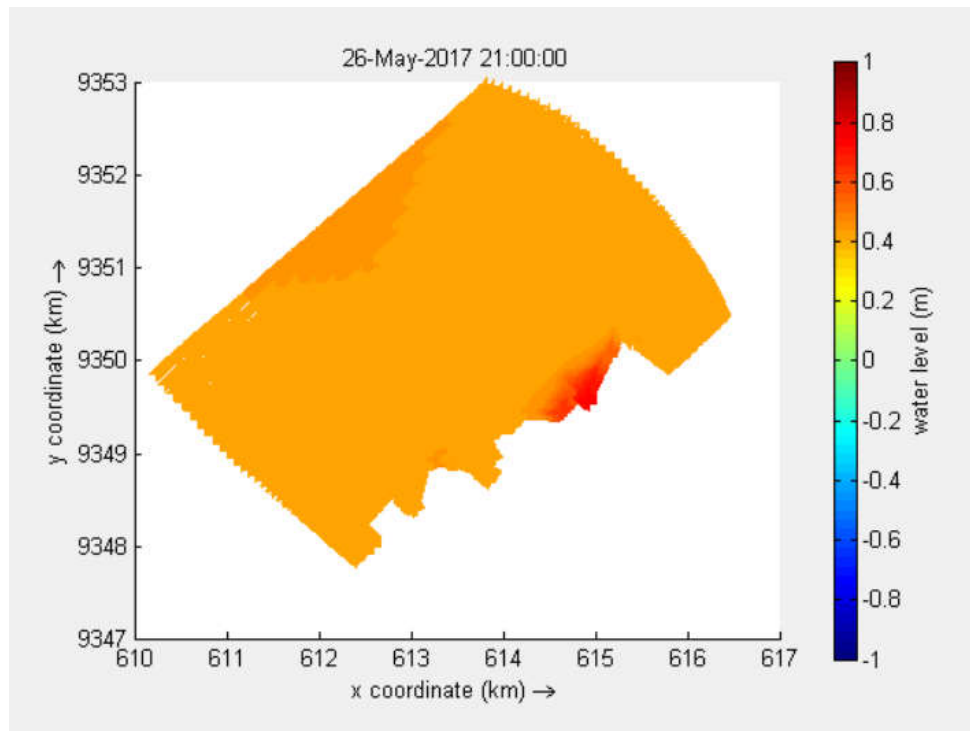
4.9.3. Hasil Simulasi Model Hidrodinamika Pada Kondisi Alternatif 2

Hasil simulasi pemodelan hidrodinamika berupa model pasang surut dan kecepatan arus di sekitar PLTU Suralaya. Kondisi yang dilihat yaitu saat sebelum pasang, saat pasang, sebelum surut, dan saat surut.

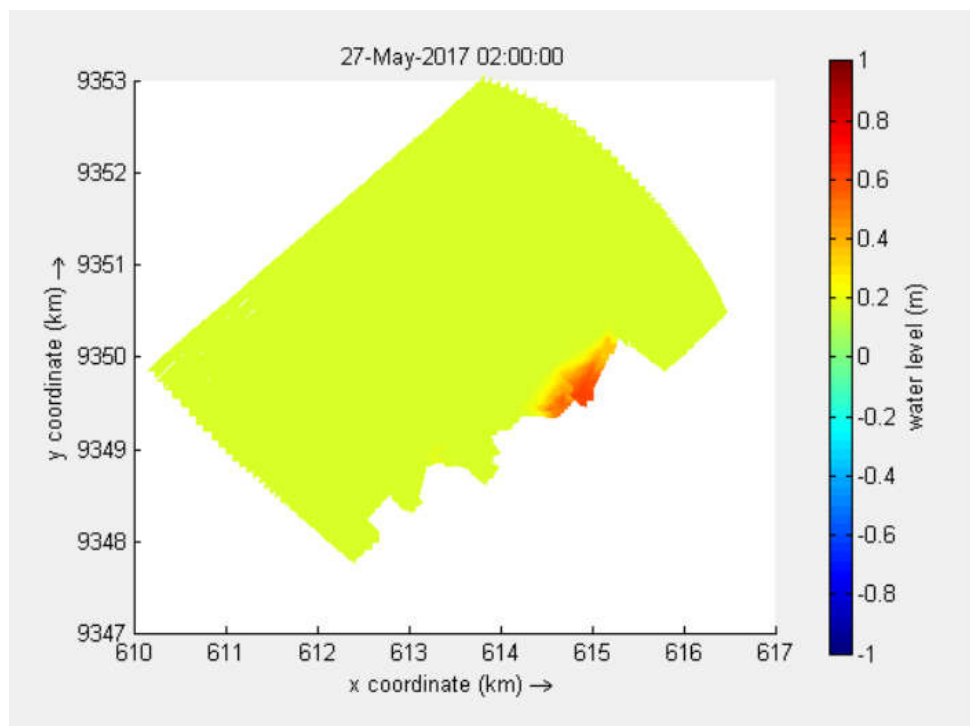
Gambar 4.41 – Gambar 4.44 merupakan gambaran distribusi muka air pada kondisi menuju pasang, saat pasang, menuju surut, dan saat surut untuk pemodelan pada kondisi eksisting. Sedangkan Gambar 4.45 – Gambar 4.48 menunjukkan distribusi pola arus dari *depth average velocity* yang sangat dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut dengan arah dominan penjarangan gelombang yang berasal dari arah Utara, Timur, dan Timur Laut.



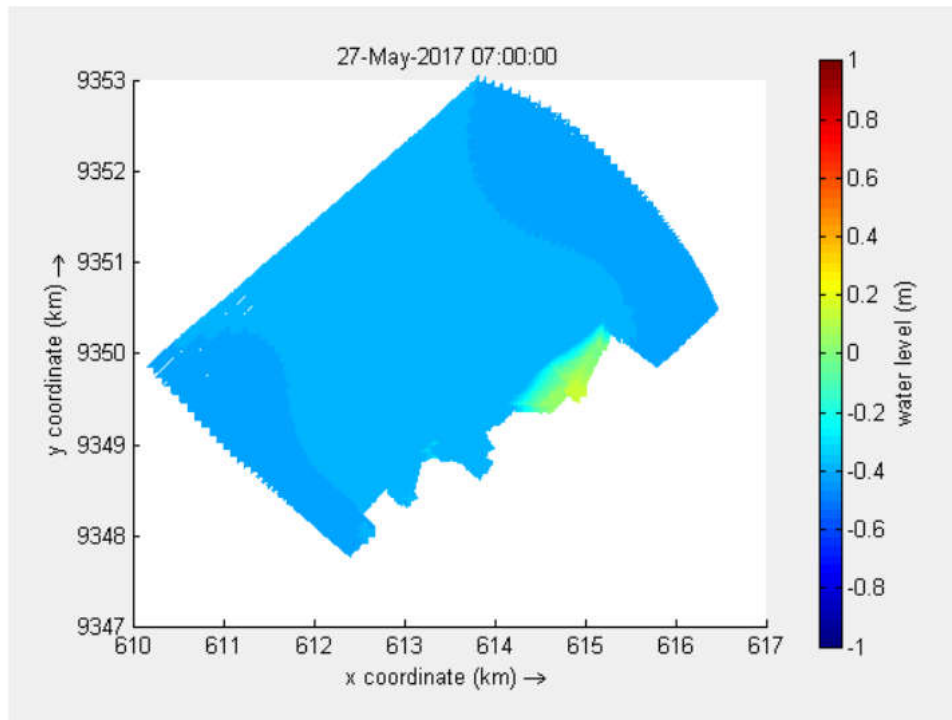
Gambar 4.41. Elevasi Muka Air Saat Menuju Pasang pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi



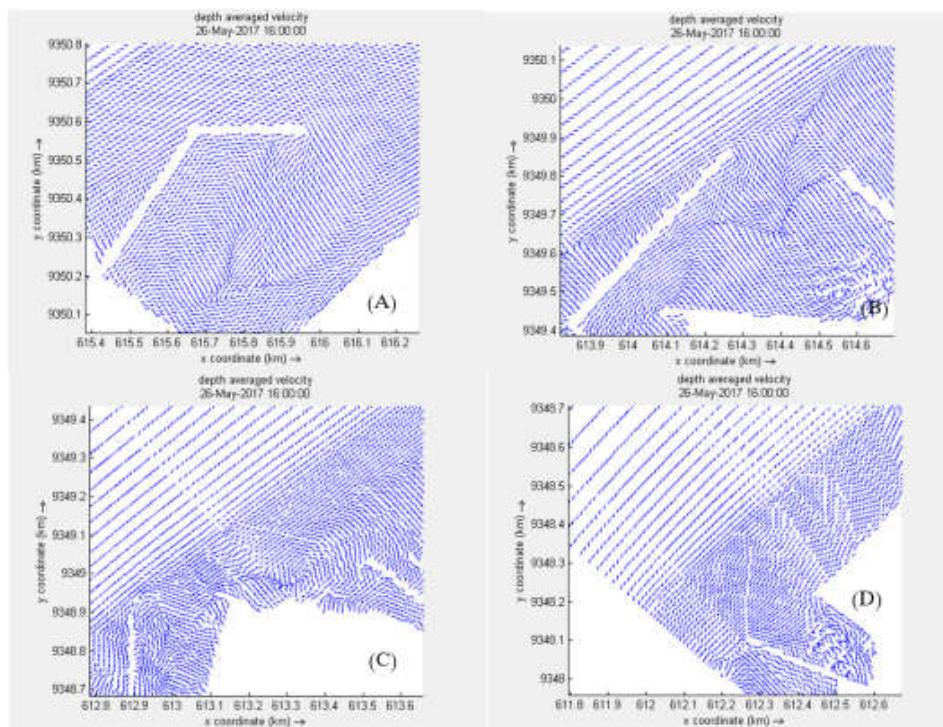
Gambar 4.42. Elevasi Muka Air Saat Pasang pada Kondisi Alternatif 2
Perencanaan Reklamasi



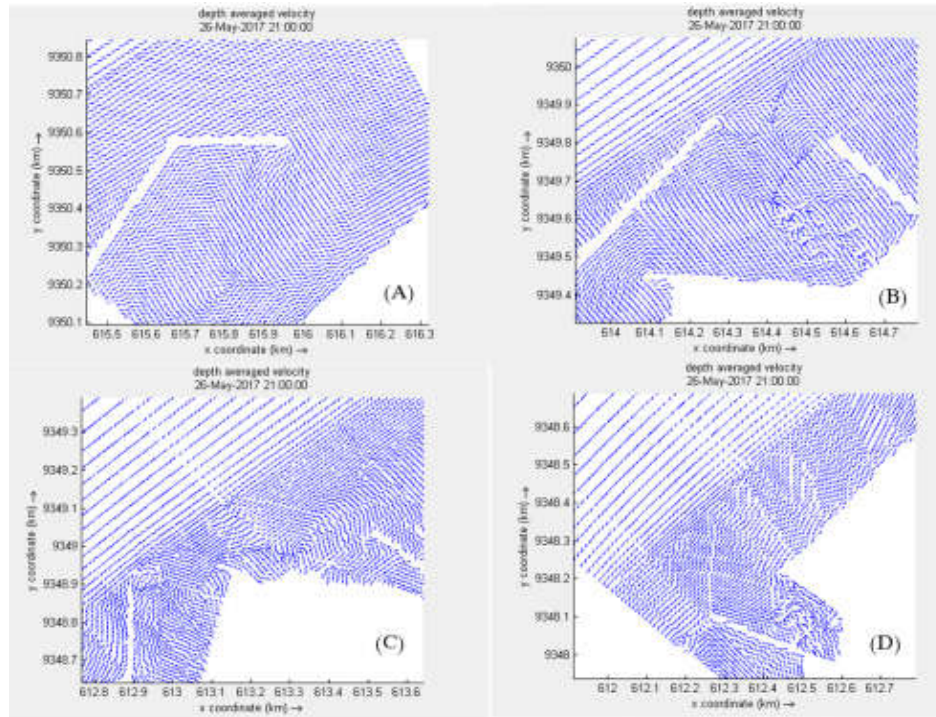
Gambar 4.43. Elevasi Muka Air Saat Menuju Surut pada Kondisi
Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi



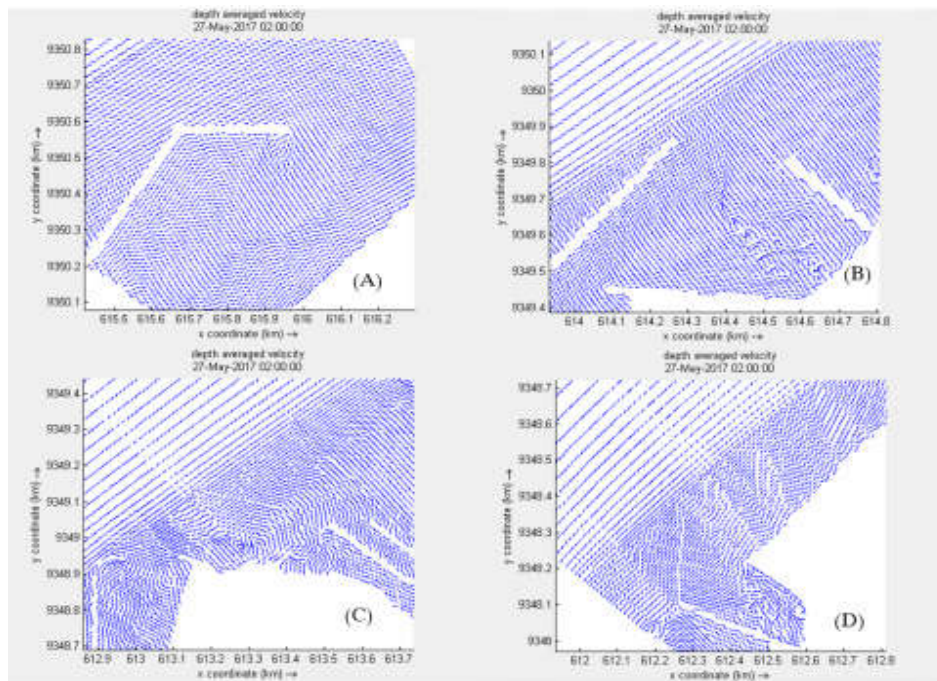
Gambar 4.44. Elevasi Muka Air Saat Surut pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi



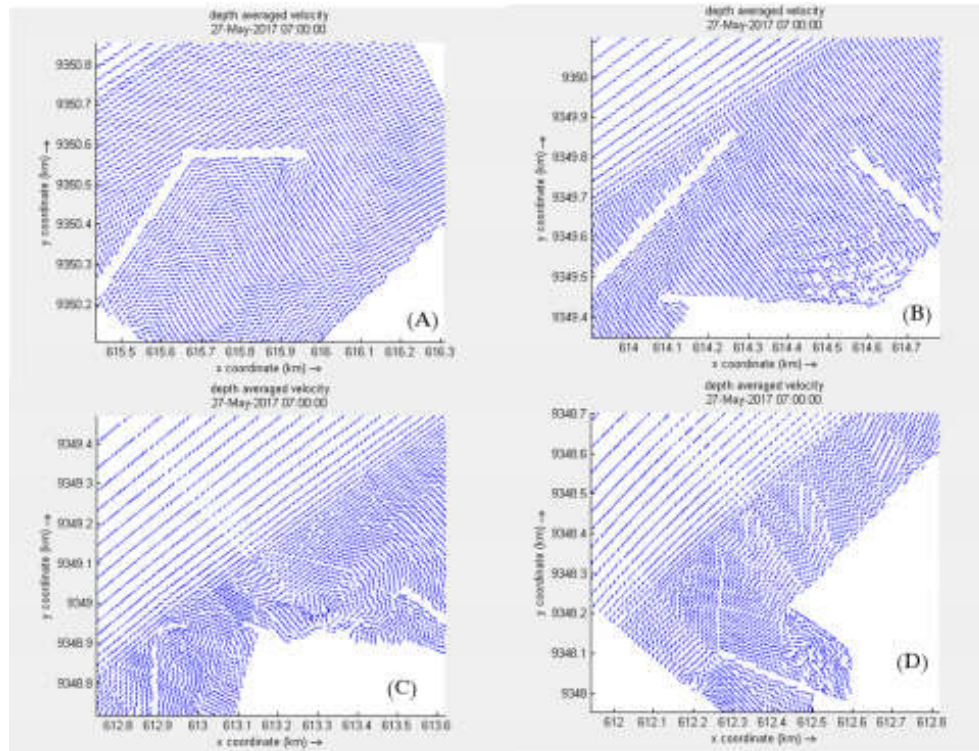
Gambar 4.45. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Pasang pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.46. Distribusi Pola Arus Saat Pasang pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake



Gambar 4.47. Distribusi Pola Arus Saat Menuju Surut pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake

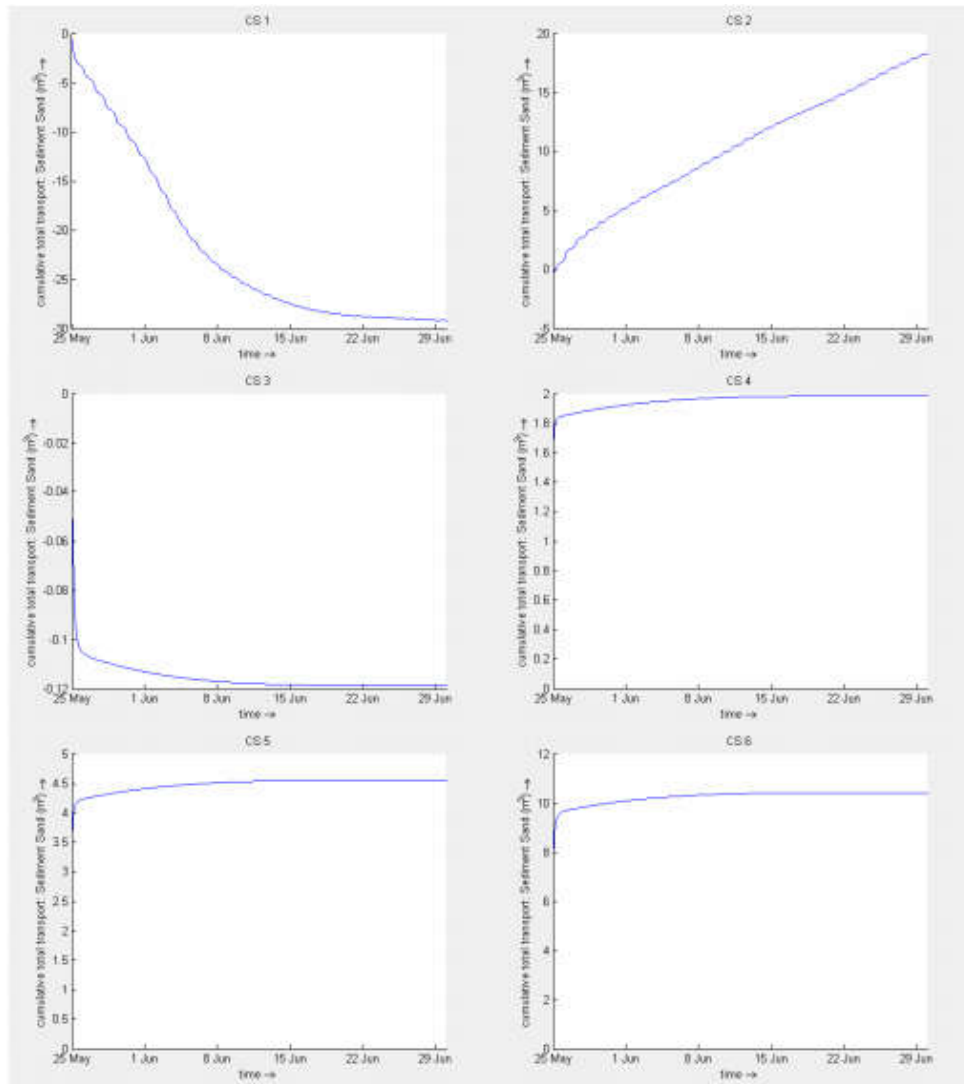


Gambar 4.48. Distribusi Pola Arus Saat Surut pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi (A) Sebelah Timur Dermaga 2, (B) Dermaga 2, (C) Dermaga 1 dan Canal Water Intake, (D) Sebelah Barat Kanal Water Intake

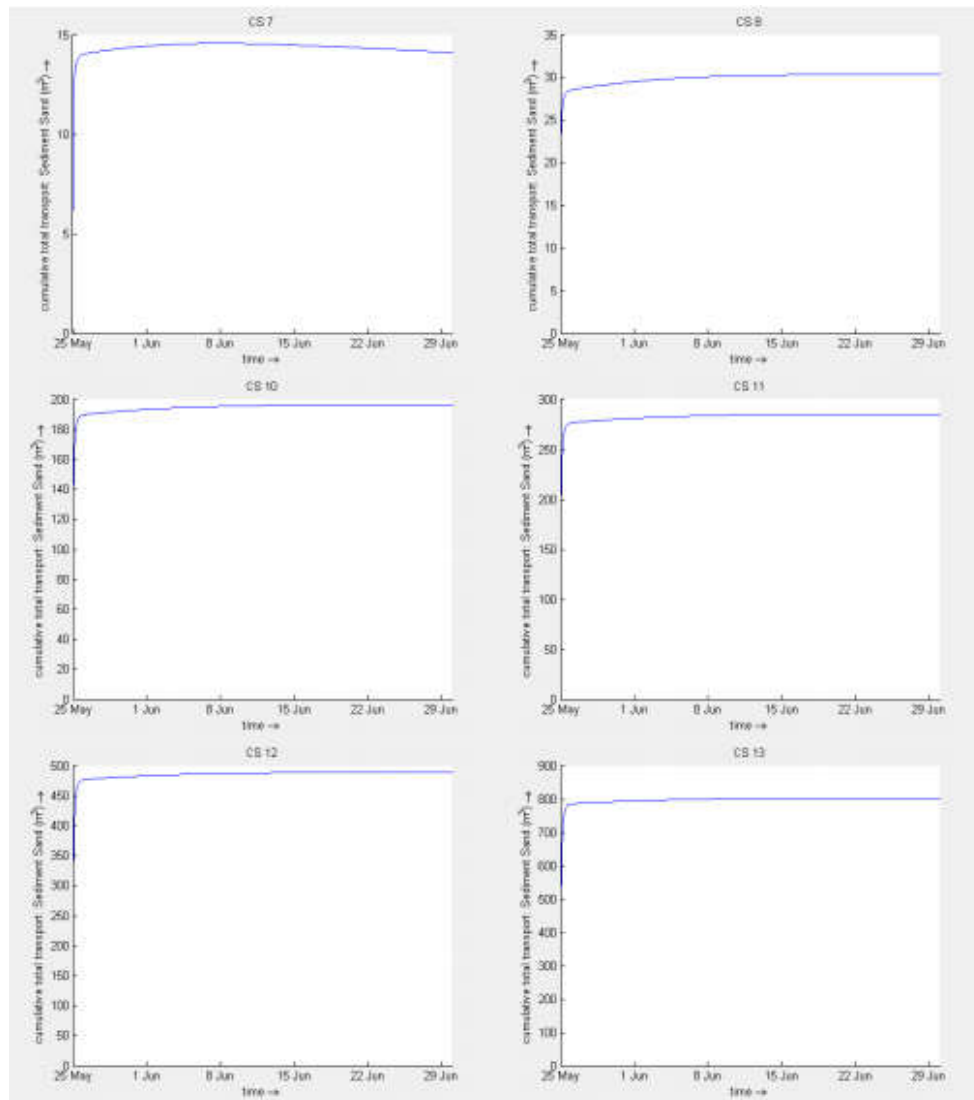
4.9.4. Hasil Simulasi Model Transpor Sedimen Kondisi Alternatif 2

Perubahan profil dasar perairan dapat terjadi akibat adanya proses sedimentasi ataupun akibat pendangkalan. Faktor yang mempengaruhi proses sedimentasi ataupun pendangkalan tersebut diantaranya adalah pergerakan arus dan gelombang serta pasang surut. Pada penelitian ini perubahan sedimen diamati selama 36 hari. Pengamatan dilakukan pada 6 titik dan 14 cross section dari batas pantai menuju lepas pantai dengan kedalaman lebih dari -65 meter seperti yang terlihat pada Gambar 4.37.

Dari hasil pemodelan transport sedimen menunjukkan bahwa CS 1 dan CS 3 mengalami erosi mencapai -30 m^3 dan -0.12 m^3 . Sedangkan CS 2, CS 4 sampai dengan CS 5 mengalami sedimentasi, dengan kenaikan terbesar mencapai 20 m^3 seperti pada Gambar 4.49. Sedangkan untuk area CS 7 hingga CS 14 cenderung mengalami sedimentasi seperti pada Gambar 4.50 dengan rentang erosi yang terjadi antara -10 m^3 hingga 800 m^3 .

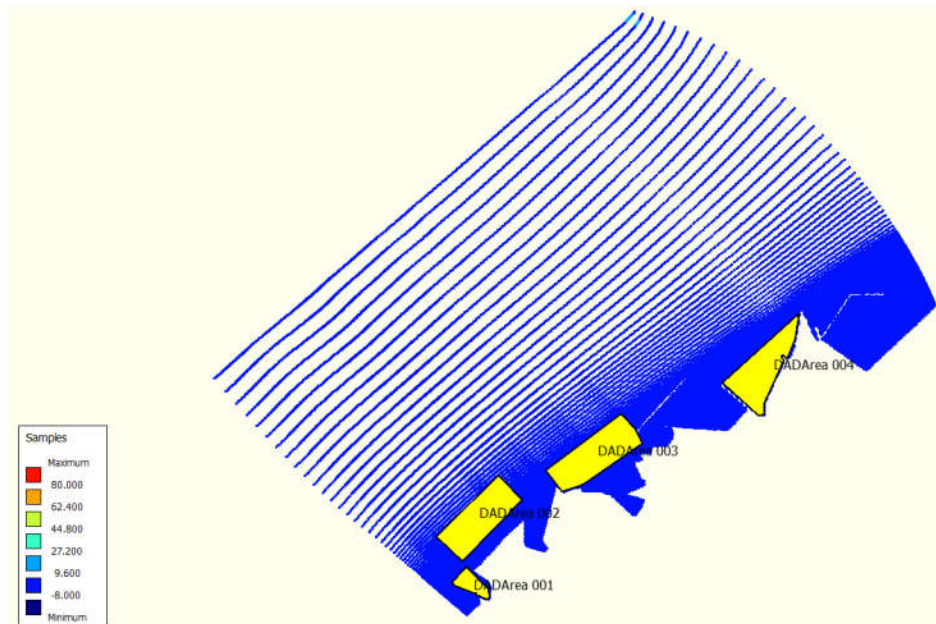


Gambar 4.49. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 1 Sampai Dengan Cross Section 6 pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi



Gambar 4.50. Kumulatif Total Transportasi Sedimen Untuk Cross Section 7 Sampai Dengan Cross Section 14 pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa sedimentasi yang terjadi berasal dari arah Timur menuju ke Barat. Hal ini disebabkan karena arah dominan dari gelombang dan angin yang berasal dari Timur. Adapun area-area yang dihitung volume sedimentasi dan erosinya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.51.



Gambar 4.51. Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi untuk DAD Area 001 Hingga DAD Area 004 Pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi

Sedangkan untuk hasil perhitungan volume kumulatif erosi dan sedimentasi disajikan dalam bentuk table yang ditunjukkan Tabel 4.8 di bawah ini.

Lokasi	Luas (m ²)	Volume (m ³)
DAD Area 001	41067,6	26,70
DAD Area 002	221356,0	6,29
DAD Area 003	234569,0	4808,42
DAD Area 004	208295,0	19346,9

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi Pada Kondisi Alternatif 2 Perencanaan Reklamasi

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa pemodelan alternatif 2 ini memberikan kontribusi pada penurunan sedimentasi dan erosi yang terjadi mencapai 25% dari hasil pemodelan pada kondisi eksisting.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, didapatkan hasil perhitungan volume kumulatif erosi dan sedimentasi di PLTU Suralaya yang disajikan dalam table rekapitulasi perhitungan volume kumulatif erosi dan sedimentasi sebagai berikut.

Lokasi	Luas (m ²)	Volume Erosi-Sedimentasi (m ³)		
		Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
DAD Area 1	41067,6	462,16	2,90	26,70
DAD Area 2	21356,0	61,16	93,35	6,29
DAD Area 3	234569,0	7309,54	5879,00	4808,42
DAD Area 4	2008295,0	109212,0	27683,70	19346,90

Tabel 5.1. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Kumulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Eksisting, Alternatif 1, dan Alternatif di PLTU Suralaya

Berdasarkan penelitian dan table hasil rekapitulasi di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari aspek pola arus, laju sedimentasi dan perubahan morfologi perairan PLTU Suralaya tidak mengalami dampak perubahan yang merugikan jika direncanakan reklamasi pada area tersebut, hal ini disebabkan karena perairan PLTU Suralaya memiliki kedalaman yang cukup curam, arah angin dan gelombang dari arah Timur, Utara dan Timur Laut sehingga secara aspek hidrodinamika tidak menimbulkan perubahan morfologi pantai yang signifikan meskipun dilakukan penambahan daratan seperti reklamasi pengembangan unit 9 dan unit 10 dengan layout perencanaan alternatif 1 ataupun perencanaan alternatif 2.
2. Secara keseluruhan tidak terdapat daerah yang mengalami sedimentasi ataupun erosi secara signifikan akibat adanya perencanaan reklamasi alternatif 1 ataupun alternatif 2, bahkan pada empat daerah yang ditinjau mengalami penurunan sedimentasi jika dibandingkan dengan kondisi eksisting.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya analisis anggaran biaya dan analisis dampak resiko untuk alternatif perencanaan reklamasi yang dibuat.
2. Perlu adanya pemodelan sedimentasi yang disimulasikan dalam dua musim untuk mendapatkan hasil pemodelan yang lebih bervariasi.
3. Perlu adanya analisis terkait desain perencanaan alternatif serta analisis struktur perencanaan reklamasi lebih lanjut.
4. Perlu adanya analisis penyebaran panas pada alternatif perencanaan reklamasi 1 dan alternatif perencanaan reklamasi 2 pada kanal *water intake* baru dan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, M.B., H.M. Petersen and O. Skovgard. 1978. **On the Numerical Modelling of Short Waves in Shallow Water**. Journal of Hydraulic Research, 16(3).
- Cahyadi, Doni. 2009. **Analisa Sedimentasi Akibat Reklamasi di Teluk Lamong**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.
- Damerianne, H. A., Suntoyo, M. Zikra. 2013. “Analisis Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTU Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Perak-Grati)”. **Jurnal Seminar Teknologi dan Aplikasi Teknologi Kelautan (Senta) 2013**. Surabaya.
- Deltares. 2009. **Simulation of Multi Dimension Hydrodynamic Flows and Transport Phenomena, Including Sediments**. Netherland.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang. 2007. **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 40/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai Pasal 1**. Jakarta.
- Kolmogorov, A.N., 1942: **Equations of Turbulent Motion in Incompressible Fluid**, Izv. Akad. Nauk. SSR, Seria fizichesk. Vi., No.1-2, pp. 56-58 (English translation: 1968 Imperial College, Mech. Eng. Dept. Rept. ON/6).
- Krone, R.B. 1962. **Flume Studies of The Transport of Sediment in Estuarial Shoaling Processes**. Technical Report, Hydraulic Engineering Laboratory University of California. Berkeley California.
- Kustyawan, D. 2007. **Pengaruh Modifikasi Alur Terhadap Sedimentasi di Kolam Pelabuhan Tegal**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

- Leo, C., Van Rijn. 1990. **Principle of Fluids Flow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Ocean**. Aqua Publication. Netherland.
- Mellor, G.L. and A.F. Blumberg, 1985: **Modelling Vertical and Horizontal Diffusivities and The Sigma Coordinate System**, Monthly Weather Review, Vol. 113, 1379-1383.
- Pettjohn, F.J. 1975. **Sedimentary Rocks**. Harper and Brother. New York.
- Prandtl, L., 1945: **Über ein Neues Formelsystem Für die Ausgebildete Turbulenz**, Nachr. Akad. Wiss., Göttingen, Math.-Phys. Klasse, p. 6.
- Pratikto, W. A., Haryo D. A., Suntoyo. 1997. **Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut**. BPFE. Yogyakarta.
- Rodi, W. 1984. "Turbulence Models and Their Application in Hydraulics". **State-of-The-Art Paper Article Sur L'état de Connaissance**. IAHR Paper Presented by The IAHR-Section on Fundamentals of Division II: Experimental and Mathematical Fluid Dynamics. Netherland.
- Ronggodigdo, S. 2011. "Kain sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan". **Jurnal Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik USU**. Medan.
- Sudrajat, C., M. Syahri B.K., Hadi K. 2012. "Kajian Sedimentasi di Sekitar Muara Sungai Wanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara". **Jurnal Thesis Magister Pengelolaan Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB**. Bandung.
- Triatmodjo, B. 1999. **Teknik Pantai**. Beta Offset. Yogyakarta.
- Van Rijn, L.C. 1993. **Principle of Sediment Transport in Rivers, Estuaries, Coastal Seas and Oceans**. IHE Lecture Notes. Netherland.
- Wahyuni, Nurul. 2014. **Analisa Laju Volume Sedimentasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan ITS. Surabaya.

WL | Delft Hydraulics, 2007: Delft3D-FLOW. **Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments**, Version 3.13. User Manual. Delft Hydraulics. (November 2007)

Yuwono, Nur. 2007. “Materi Bahasan Reklamasi”. **Makalah Lokakarya Nasional Pengelolaan Jasa Kemaritiman dan Kelautan**. DKP. Jakarta.

<https://www.google.co.id/maps> (Diakses pada 3 Juni 2017)

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN I

LOKASI STUDI

1. Lokasi Studi (Sumber: www.google.co.id/maps)



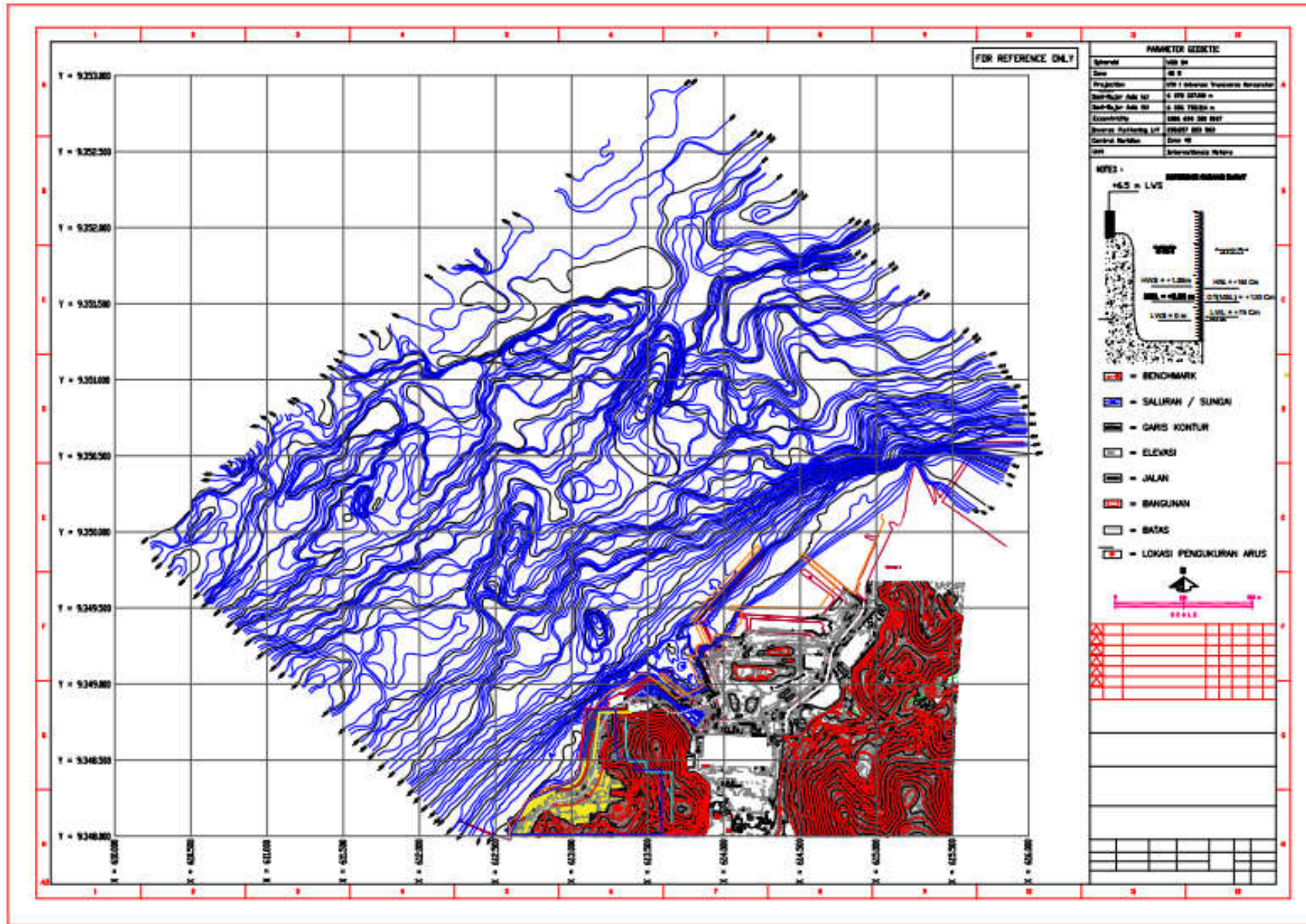
2. Kondisi Lapangan
 - a. Dermaga II



b. *Canal Water Intake*



3. Kontur Batimetri

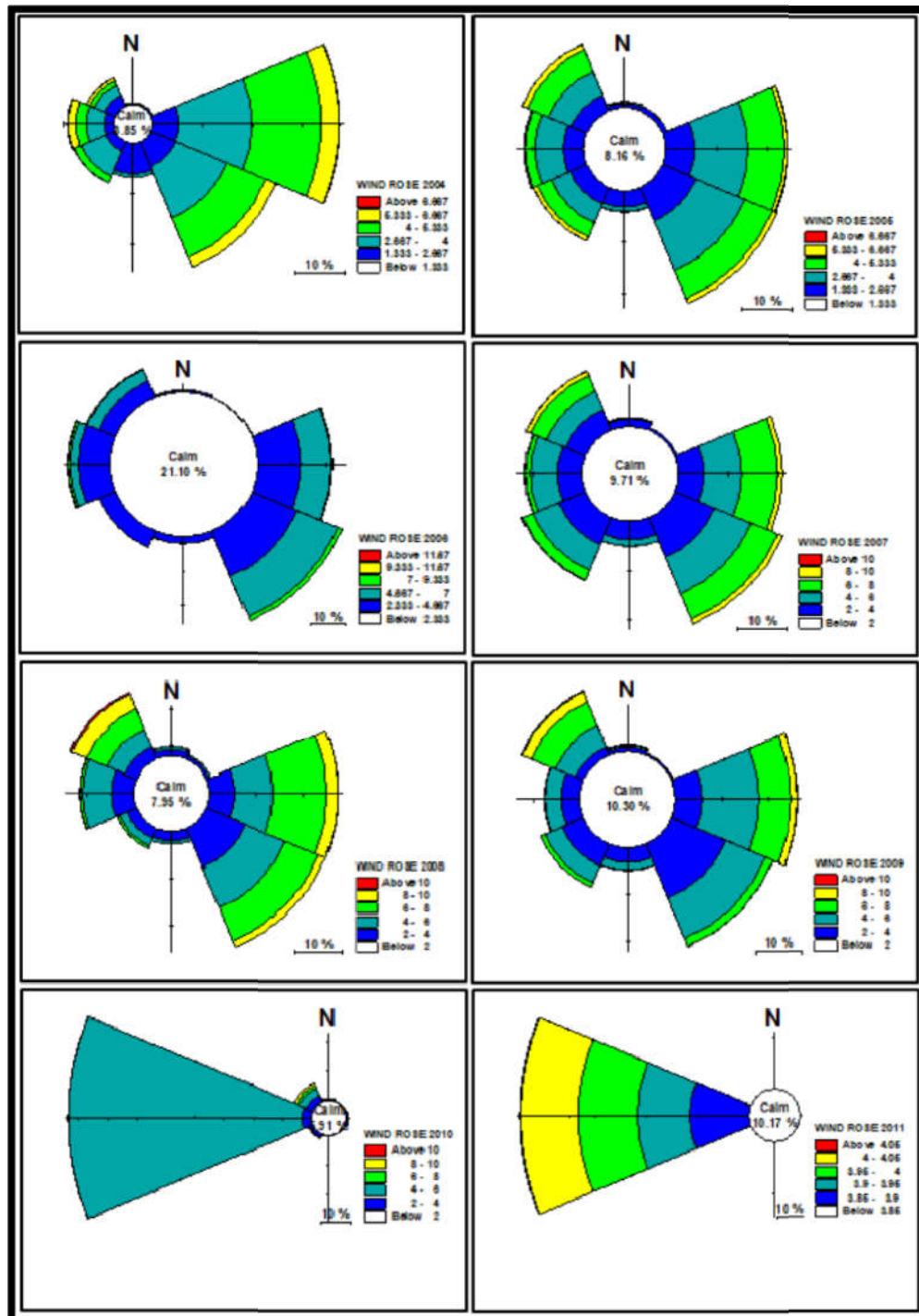


LAMPIRAN II

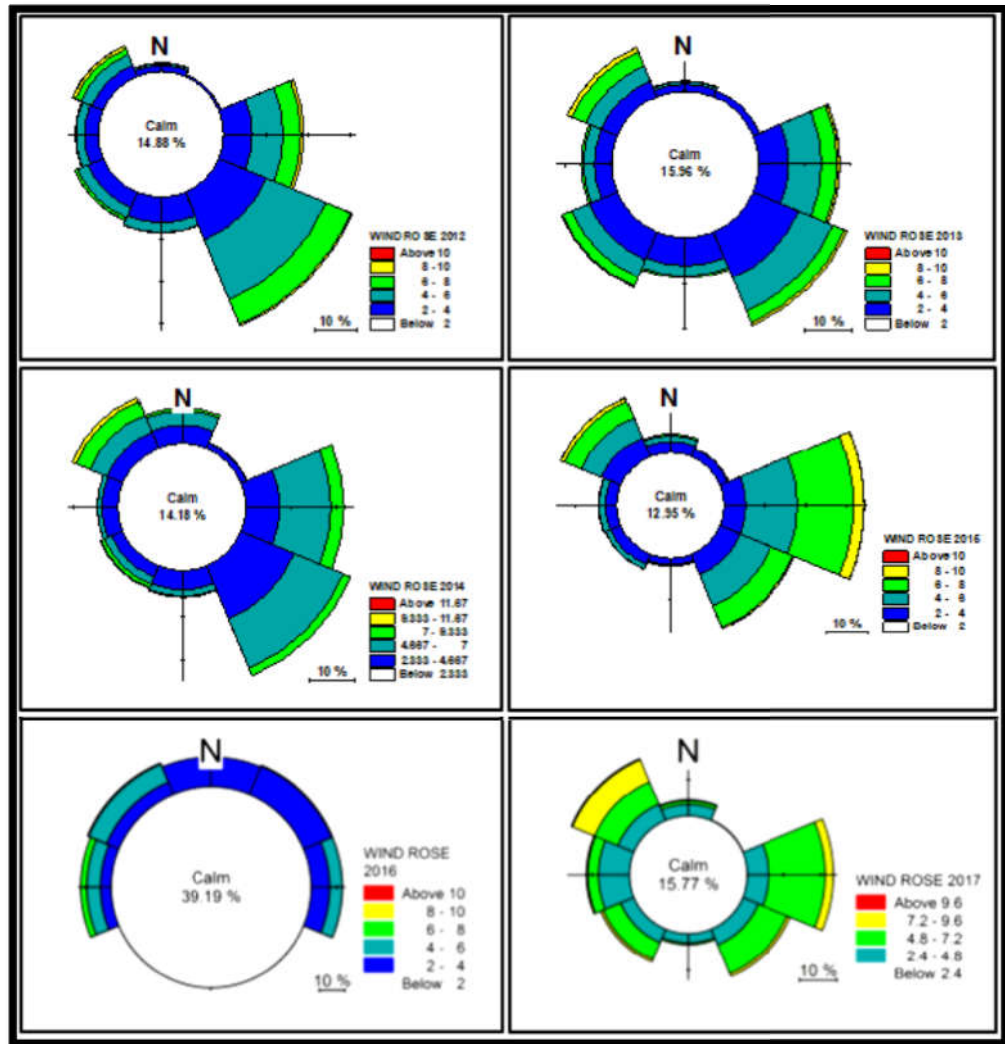
DATA LINGKUNGAN

4. Data Angin

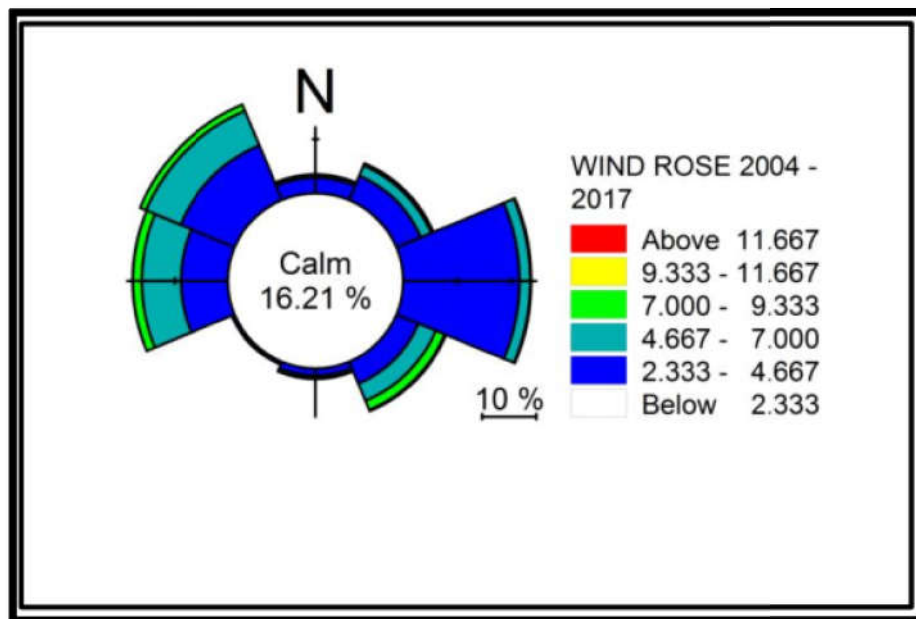
a. *Wind Rose* Tahunan untuk Tahun 2004-2011



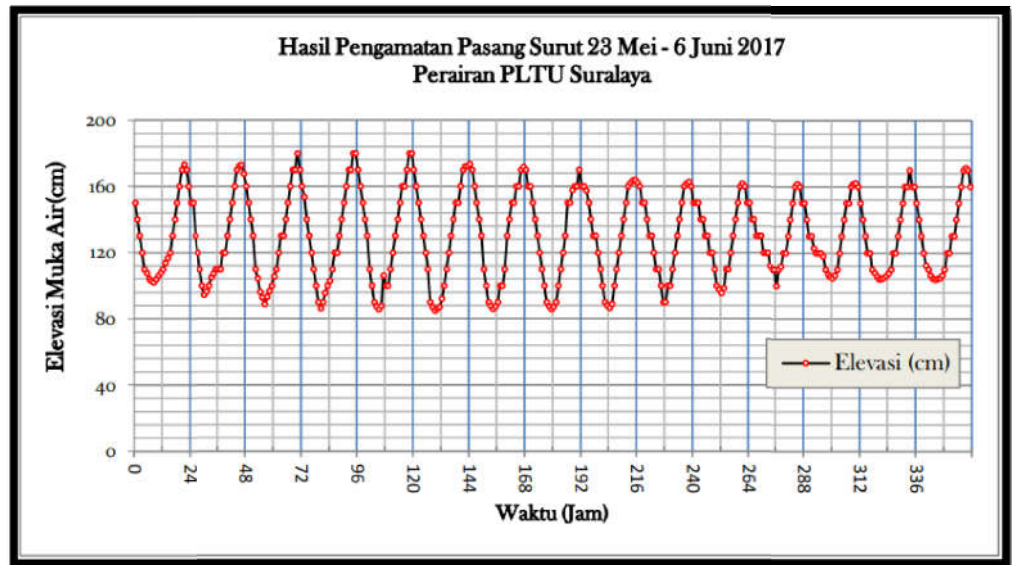
b. *Wind Rose* Tahunan untuk Tahun 2012-2017



c. *Wind Rose* Keseluruhan untuk Tahun 2004-2017



5. Data Pasang Surut
- c. Grafik Pengamatan Pasang Surut



d. Hasil Pengukuran pasang Surut

	TANGGAL /MEI - JUNI 2017														
JAM	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6
00:00	1.50	1.50	1.60	1.60	1.70	1.70	1.73	1.70	1.60	1.62	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
01:00	1.40	1.50	1.50	1.54	1.60	1.60	1.70	1.60	1.60	1.60	1.50	1.40	1.40	1.40	1.40
02:00	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.50	1.60	1.60	1.57	1.50	1.50	1.40	1.30	1.30	1.30
03:00	1.20	1.20	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40	1.30	1.30	1.20	1.20
04:00	1.10	1.10	1.10	1.20	1.30	1.30	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.23	1.20	1.12
05:00	1.08	1.00	1.05	1.10	1.10	1.20	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.10	1.10
06:00	1.04	0.94	0.96	1.00	1.00	1.10	1.10	1.20	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.08	1.07
07:00	1.03	0.96	0.93	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.06	1.05
08:00	1.02	1.00	0.89	0.86	0.87	0.87	0.90	1.00	1.10	1.10	1.20	1.20	1.18	1.04	1.04
09:00	1.04	1.05	0.93	0.90	0.86	0.85	0.88	0.90	1.00	1.10	1.10	1.12	1.10	1.04	1.04
10:00	1.06	1.07	0.97	0.96	0.88	0.86	0.86	0.87	0.90	1.00	1.00	1.10	1.07	1.05	1.05
11:00	1.08	1.10	1.00	1.00	1.36	0.87	0.87	0.86	0.88	0.90	0.98	1.10	1.06	1.06	1.07
12:00	1.10	1.10	1.06	1.03	1.00	0.92	0.90	0.87	0.86	0.90	0.96	1.00	1.05	1.08	1.10
13:00	1.14	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	0.90	0.89	1.00	0.98	1.10	1.06	1.10	1.20
14:00	1.17	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.12	1.10	1.20	1.20
15:00	1.20	1.20	1.30	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.30
16:00	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.30	1.30	1.30
17:00	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	1.40
18:00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40	1.40	1.40	1.40	1.50	1.50	1.50
19:00	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.60	1.60
20:00	1.70	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60	1.60	1.58	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.70
21:00	1.73	1.72	1.70	1.70	1.70	1.70	1.60	1.60	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.70	1.72
22:00	1.70	1.73	1.80	1.80	1.80	1.72	1.70	1.60	1.63	1.63	1.60	1.60	1.62	1.60	1.70
23:00	1.60	1.68	1.70	1.80	1.80	1.72	1.72	1.70	1.64	1.60	1.50	1.50	1.60	1.60	1.60
jumlah :	26.820	26.720	26.820	27.120	27.450	27.720	27.620	27.520	27.520	27.720	27.220	27.020	27.020	26.720	26.520
Keterangan :															
	Air Tertinggi					:	180.00	cm							
	Air Terendah					:	84.70	cm							
	MSL					:	129.39	cm							
	Fluktuasi Muka Air					:	95.30	cm							

6. Data Sedimen (Hasil Laboratorium Sampel Dasar)

SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

Project : Jasa Konsultansi Reklamasi PLTU Suralaya

Made by : Wiw

Location : Banten

Checked by : Hch

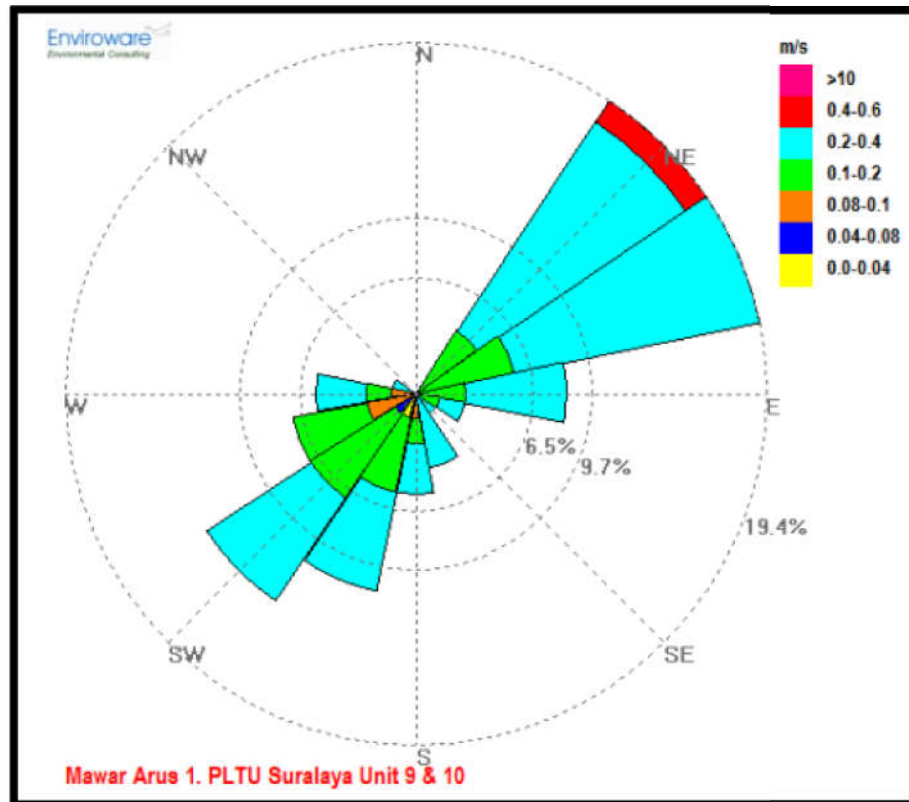
Test Point No	Depth m	Moisture content w_{LL} (%)	Specific Gravity G_s	Liquid Limit LL (%)	Plastic Limit PL (%)	Plasticity Index PI (%)	Liquid Limit Index LI (%)	Void Ratio e	Degree of Saturation S_v (%)	Finer # 200 (%)	Coef. of Gradation		Classification Unified	Density	
											Cc	Cu		Bulk density, (gr/cm ³)	Dry density, (gr/cm ³)
SAMPEL 1		223.70	2.32	50.16	28.50	21.66	9.01	4.11	100.00	58.59	-	-	MH	1.47	0.45
SAMPEL 2		179.58	2.35	49.40	30.09	19.31	7.74	3.73	100.00	58.09	-	-	ML	1.39	0.50
SAMPEL 3		148.50	2.47	NON PLASTIC				2.98	100.00	27.87	-	-	SM	1.53	0.62
SAMPEL 4		176.10	2.22	71.29	35.81	35.48	3.95	3.68	100.00	79.10	-	-	MH	1.31	0.47
SAMPEL 5		108.87	2.35	52.24	29.89	22.35	3.53	1.89	100.00	57.88			MH	1.70	0.81
SAMPEL 6		151.78	2.34	NON PLASTIC				2.27	100.00	37.42	-	-	SM	1.80	0.71

NOTE :

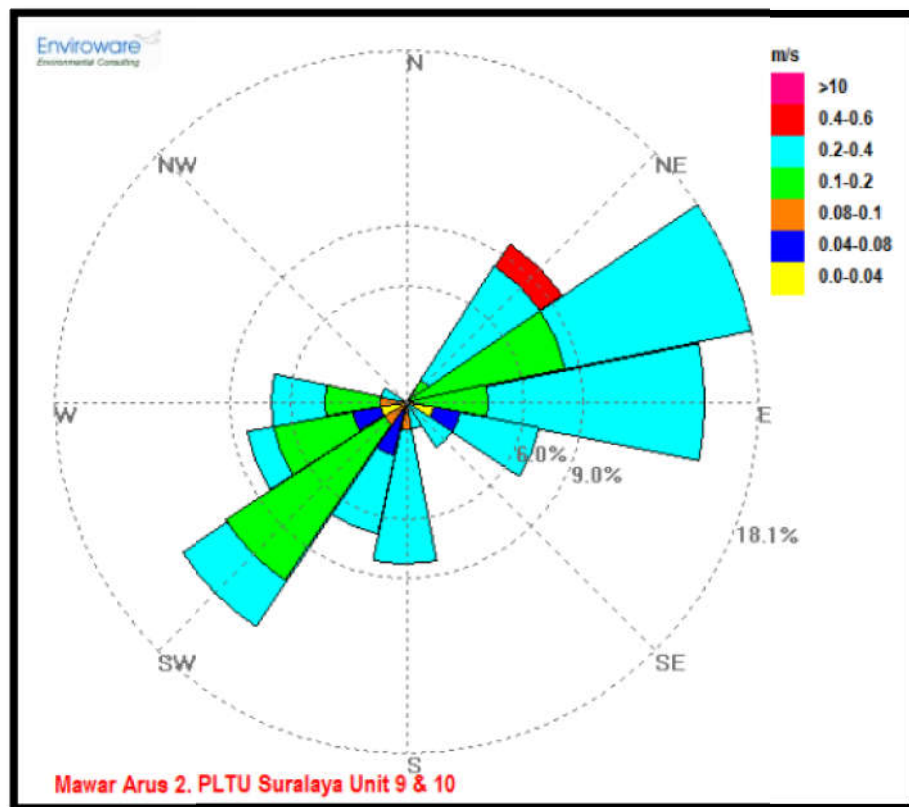
- Cc and Cu if only finer #200 less than 12 %
- Sampel dicetak ulang (remolded)

4. Data Arus

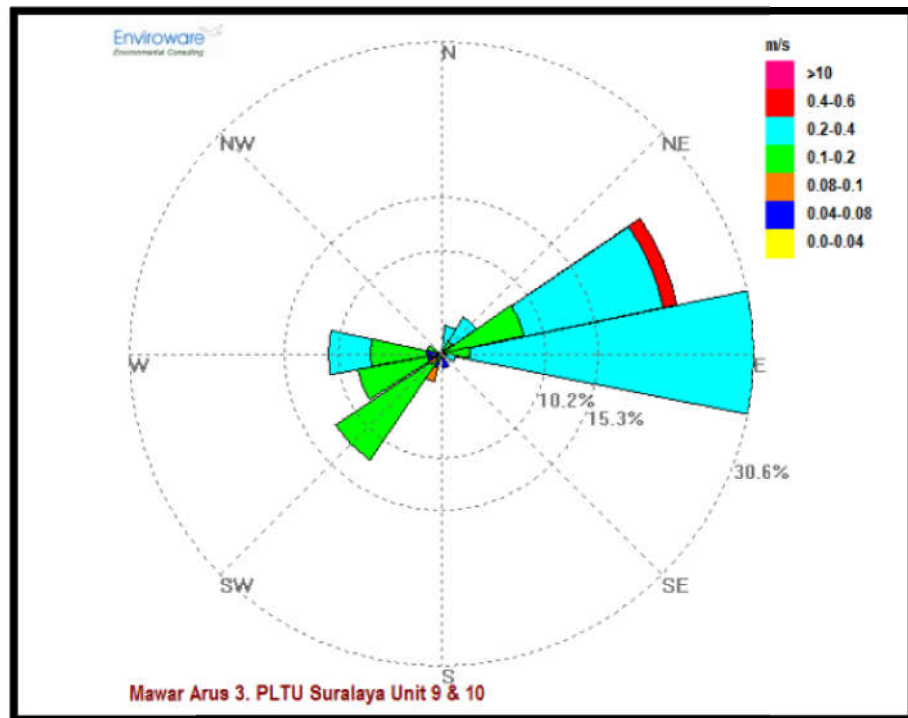
a. *Current Rose* Titik 1 Pengamatan



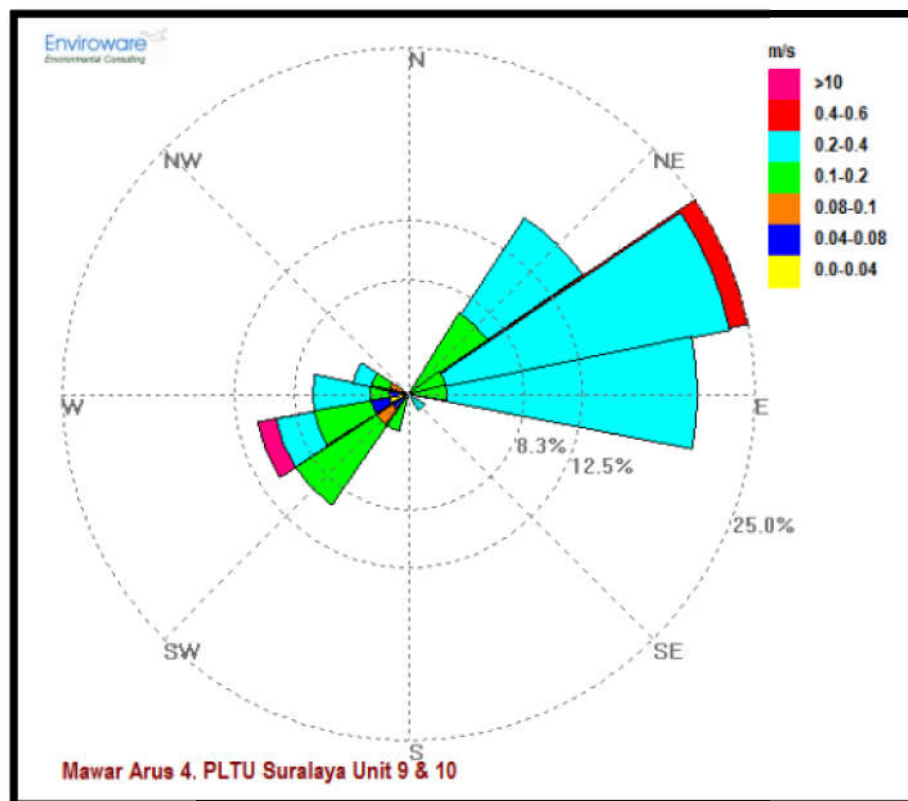
b. *Current Rose* Titik 2 Pengamatan



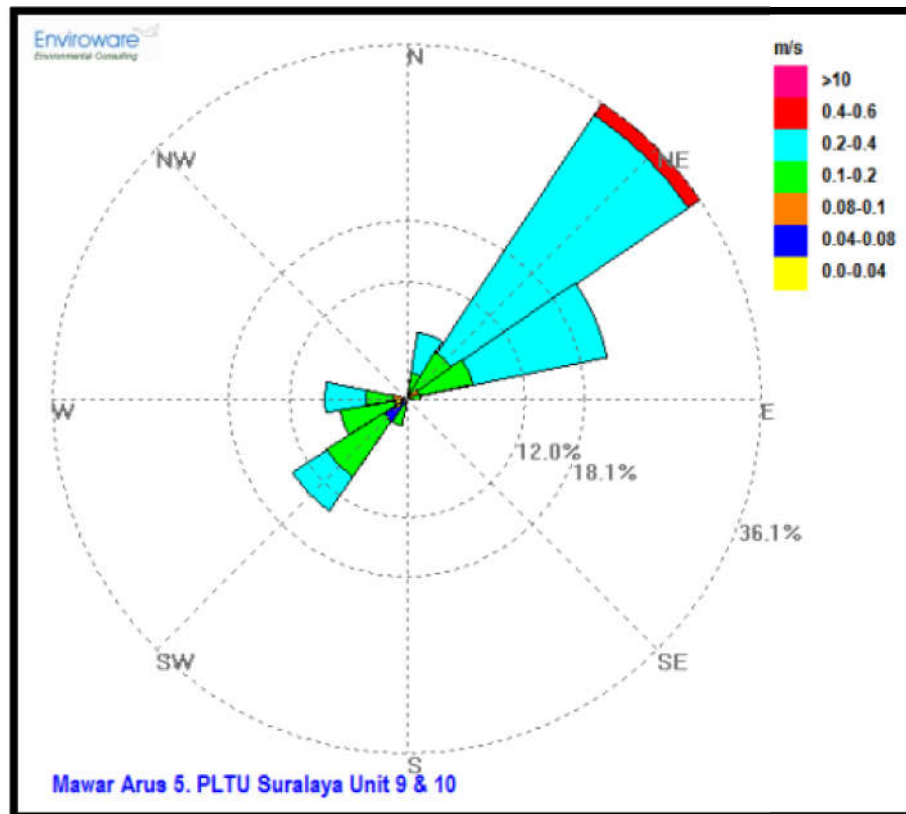
c. *Current Rose Titik 3 Pengamatan*



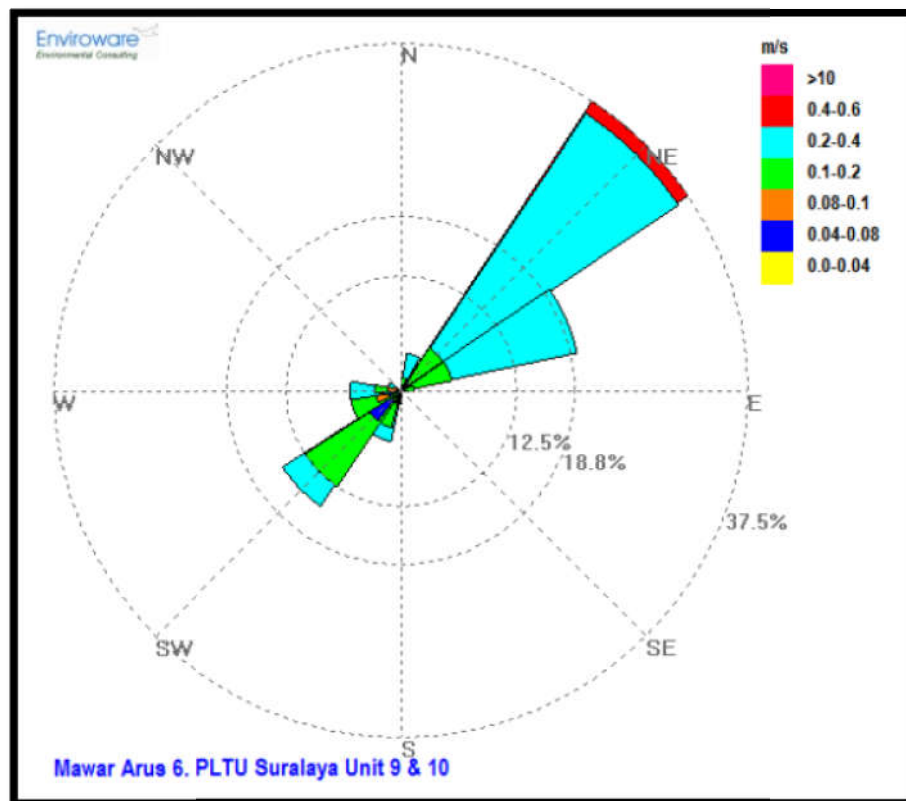
d. *Current Rose Titik 4 Pengamatan*



e. *Current Rose Titik 5 Pengamatan*



f. *Current Rose Titik 6 Pengamatan*



LAMPIRAN III

CUPLIKAN RUNNING

MENGGUNAKAN

SOFTWARE DELF3D

tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave

```

*****
***
*** Deltares, FLOW2D3D Version 6.01.07.3574, Apr  2 2014, 11:35:11
***      built from : https://svn.oss.deltares.nl/repos/delft3d/trunk
***
***      runid      : SmallReklamasiflow-Wave
***      date,time  : 2017-09-23, 20:44:24
***
*****

*** MESSAGE Executable for 32-bits platform.
*** MESSAGE Double precision computation using reals of kind      8
*** MESSAGE Using UNESCO density formulation by default
*** MESSAGE Momentum solver cyclic method is specified
*** MESSAGE DRYFLP and DPSOPT both specified in MD-file. Using DPSOPT: MAX
*** MESSAGE Transport solver cyclic-method method is specified
Sediment fraction  1: Sediment Fine
Sediment fraction  2: Sediment Coarse
Sediment fraction  3: Sediment Sand
*** Start  of underlayer input
Underlayer mechanism      :                      1
Boundary name             :                      Open
  Composition condition prescribed :          fixed
Boundary name             :                      East
  Composition condition prescribed :          fixed
Boundary name             :                      West
  Composition condition prescribed :          fixed
Boundary name             :                      West 1
  Composition condition prescribed :          fixed
Boundary name             :                      West 2
  Composition condition prescribed :          fixed
Initial bed composition   : from sediment file
*** End    of underlayer input

Determining transport formulation(s)
Reading: EH.tra
  Input file              : EH.tra
  File in traditional MOR-format.
Reading: MPM.tra
  Input file              : MPM.tra
  File in traditional MOR-format.
Reading: EH.tra
  Input file              : EH.tra
  File in traditional MOR-format.

*** Start  of sediment input
Ref concentration        : 0.1600E+04
Option Dss               : 0
Uniform mud content      : 0.0000E+00

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
Sediment number                :      1
  Name                          : Sediment Fine
  Type                          :      sand
  RHOSOL                        : 0.2650E+04
  sed. distribution              : piecewise loguniform
  SedD10                        : 0.1500E-03
  SedD50                        : 0.2000E-03
  SedDM                         : 0.2142E-03
  SedD90                        : 0.3000E-03
  CDRYB                         : 0.1600E+04
  Uniform IniThick              : 0.6000E+01 [m]
  FACDSS                        : 0.1000E+01
    Formula name                 : Engelund-Hansen (1967)
    Transport formula used       : 1
    ACal                         : 0.8000E+01
    RouKs                       : 0.9990E+03
    SusFac                      : 0.0000E+00
Sediment number                :      2
  Name                          : Sediment Coarse
  Type                          :      sand
  RHOSOL                        : 0.2650E+04
  sed. distribution              : piecewise loguniform
  SedD10                        : 0.1200E-02
  SedD50                        : 0.1600E-02
  SedDM                         : 0.1714E-02
  SedD90                        : 0.2400E-02
  CDRYB                         : 0.1600E+04
  Uniform IniThick              : 0.2000E+00 [m]
  FACDSS                        : 0.1000E+01
    Formula name                 : Meyer-Peter-Mueller (1948)
    Transport formula used       : 2
    ACal                         : 0.1000E+02
Sediment number                :      3
  Name                          : Sediment Sand
  Type                          :      sand
  RHOSOL                        : 0.2650E+04
  sed. distribution              : piecewise loguniform
  SedD10                        : 0.4500E-03
  SedD50                        : 0.6000E-03
  SedDM                         : 0.6427E-03
  SedD90                        : 0.9000E-03
  CDRYB                         : 0.1600E+04
  Uniform IniThick              : 0.3800E+01 [m]
  FACDSS                        : 0.1000E+01
    Formula name                 : Engelund-Hansen (1967)
    Transport formula used       : 1
    ACal                         : 0.8000E+01
    RouKs                       : 0.9990E+03
    SusFac                      : 0.0000E+00
*** End      of sediment input

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
*** Start of morphological input
Morphological Timescale Factor      :      0.2000E+01
Morphological Changes Start Time (min) :      0.7200E+03
Fixed Layer Erosion Threshold       :      0.5000E-01
Bed level updating                  :      ACTIVE
Composition updating                :      ACTIVE
Entrainment/deposition flux in mass bal.:      INCLUDED
Sand Equili. conc. profs. at boundaries :      USED
Mud Equili. conc. profs. at boundaries :      NOT USED
Sediment included in fluid density calc.:      NO
AKSFAC                             :      0.1000E+01
RWAVE                              :      0.2000E+01
Equilibrium sed. conc. profiles      :calculated (D3D mix)
Suspended sed. multiplication factor :      0.1000E+01
Bed load transp. multiplication factor :      0.1000E+01
wave-rel. susp.sed.transp.fact.(SUSW) :      0.1000E+01
wave-rel. bed-ld.sed.transp.fact.(BEDW) :      0.1000E+01
Min.depth for sed. calculations(SEDTHR) :      0.1000E+00
Glob./max. dry cell erosion fact(THETSD):      0.0000E+00
Max depth for variable THETSD (HMAXTH) :      0.1500E+01
Computing THETSD for dry bank erosion
Tuning param. Shields Taucr (FACTOR) :      0.1000E+01
GLM velocities i.s.o Eulerian velocities for bed load transport and reference
conc:                               NO
EPSPAR: Always use Van Rijns param. mix. dist. :      NO
Standard option: Rc from Flow, Rw=RWAVE*0.025 :      1
Update bed level at inflow boundaries :      NO
Merge bottoms from parallel runs      :      NO
Source/sink limiter DZMAX(depth frac.) :      0.5000E-01
Max. volumetric ref. conc. CAMAX      :      0.6500E+00
Hiding & exposure formulation         :      None
Bed slope effect formulation          :      Bagnold
ALFABS                               :      0.1000E+01
ALFABN                               :      0.1500E+01
Requested percentile(s)               :      10.0000
                                       :      50.0000
                                       :      90.0000
Output transport rates                :      volume excl. pores
Boundary name                        :      Open
  Depth prescribed                   :      fixed
Boundary name                        :      East
  Depth prescribed                   :      fixed
Boundary name                        :      West
  Depth prescribed                   :      fixed
Boundary name                        :      West 1
  Depth prescribed                   :      fixed
Boundary name                        :      West 2
  Depth prescribed                   :      fixed
*** End of morphological input

*** MESSAGE Morphological Changes Start Time (step) : 7200

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-25 00:00:03.0000
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-25 06:00:03.0000
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-25 12:00:03.0000
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-25 18:00:03.0000
*** Restart file written at      1440.0000 minutes after ITDATE
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-26 00:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,142)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,143)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,142)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (125,112)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (125,113)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,142)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,143)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 14402 timesteps,
location (m,n) = (145,142)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,119)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,119)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (116,111)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (145,138)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 15602 timesteps,
location (m,n) = (108,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16361 timesteps,
location (m,n) = (145,139)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16361 timesteps,
location (m,n) = (146,139)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16361 timesteps,
location (m,n) = (145,139)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16736 timesteps,
location (m,n) = (124,112)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16802 timesteps,
location (m,n) = (117,111)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16802 timesteps,
location (m,n) = (151,131)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16802 timesteps,

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
location (m,n) = (151,132)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16802 timesteps,
location (m,n) = (151,131)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 16802 timesteps,
location (m,n) = (151,132)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-26 06:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 18002 timesteps,
location (m,n) = (123,125)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 18002 timesteps,
location (m,n) = (123,126)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 18002 timesteps,
location (m,n) = (123,125)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-26 12:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 22849 timesteps,
location (m,n) = (106,110)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 22906 timesteps,
location (m,n) = (109,107)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 22906 timesteps,
location (m,n) = (109,108)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-26 18:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 25202 timesteps,
location (m,n) = (116,110)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 25202 timesteps,
location (m,n) = (116,111)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 25202 timesteps,
location (m,n) = (117,111)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 25202 timesteps,
location (m,n) = (151,132)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 25202 timesteps,
location (m,n) = (116,111)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (108,113)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (108,114)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (146,142)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (146,143)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (108,114)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 26402 timesteps,
location (m,n) = (146,143)
*** Restart file written at 2880.0000 minutes after ITDATE
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-05-27 00:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 28802 timesteps,
location (m,n) = (108,114)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 28802 timesteps,
location (m,n) = (108,115)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 28802 timesteps,
location (m,n) = (108,114)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 31202 timesteps,

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
location (m,n) = (90,93)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 498256 timesteps,
location (m,n) = (90,95)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 498340 timesteps,
location (m,n) = (104,99)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 498404 timesteps,
location (m,n) = (153,121)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 498698 timesteps,
location (m,n) = (130,103)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 498698 timesteps,
location (m,n) = (130,104)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 499202 timesteps,
location (m,n) = (111,108)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 499274 timesteps,
location (m,n) = (142,126)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 499274 timesteps,
location (m,n) = (142,127)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 499640 timesteps,
location (m,n) = (116,120)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-06-28 18:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 500402 timesteps,
location (m,n) = (116,119)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 500808 timesteps,
location (m,n) = (124,106)
*** Restart file written at 50400.0000 minutes after ITDATE
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-06-29 00:00:03.0000
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-06-29 06:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 508802 timesteps,
location (m,n) = (144,122)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 508802 timesteps,
location (m,n) = (144,123)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-06-29 12:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 512544 timesteps,
location (m,n) = (115,106)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 512683 timesteps,
location (m,n) = (153,121)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 512801 timesteps,
location (m,n) = (111,99)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513399 timesteps,
location (m,n) = (108,104)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513399 timesteps,
location (m,n) = (108,105)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513606 timesteps,
location (m,n) = (105,94)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513606 timesteps,
location (m,n) = (105,95)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513705 timesteps,
location (m,n) = (132,97)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513787 timesteps,
location (m,n) = (117,103)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 513843 timesteps,

```



```

                                tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave
location (m,n) = (155,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 514038 timesteps,
location (m,n) = (155,115)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 514170 timesteps,
location (m,n) = (116,120)
*** MESSAGE Nodal factors updated at 2017-06-29 18:00:03.0000
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 514802 timesteps,
location (m,n) = (116,118)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 514802 timesteps,
location (m,n) = (116,119)
*** WARNING Bed change exceeds 5.0 % of waterdepth after 516012 timesteps,
location (m,n) = (151,143)
*** Restart file written at 51840.0000 minutes after ITDATE

*** Simulation finished ****

```

Performance timers:

Timer name	wall clock		CPU time	
	sec	%	sec	%
Initialization	0.84	0.0	0.37	0.0
Simulation	624033.96	100.0	552544.59	100.0
Close and stop	138.70	0.0	0.06	0.0
Total	624173.50	100.0	552545.03	100.0
Momentum eq.	22024.42	3.5	21814.32	3.9
Continuity eq.	21014.39	3.4	20795.76	3.8
Transport eq.	101737.59	16.3	100629.10	18.2
Turbulence	378.63	0.1	376.61	0.1
3D Morphology	315312.33	50.5	312276.37	56.5
Wait (dd module)	0.00	0.0	0.00	0.0
Wait (ext. modules)	59942.71	9.6	1.80	0.0

Performance = CPU time / (TimeSteps*MMA*MMAX*KMAX*LMAX)

TimeSteps : 518400

MMAX : 507

NMAX : 188

KMAX : 1

LMAX : 4

Performance : 0.27956E-05 [sec]

Explanation:

Initialization : Everything up to the first time step

Simulation : All time steps

Close and stop : Everything after the last time step

Total : FLOW for this subdomain,
excluding allocation/deallocation of global data

tri-diag.SmallReklamasiflow-Wave

Momentum eq.	: Part of Simulation ("Uzd")
Continuity eq.	: Part of Simulation ("SUD")
Transport eq.	: Part of Simulation ("DIFU") Only relevant when constituents are modelled.
Turbulence	: Part of Simulation ("TURCLO, TRATUR, TUR2D")
3D Morphology	: Part of Simulation ("EROSD, BOTT3D") Only relevant when sediments are modelled.
Wait (dd)	: Part of Initialization, Simulation and Closing. ("NXTSTP, NXTDRY") Only relevant when DomainDecomposition is used. Communication with and execution of the "mappers". Mappers are separate threads, possibly in another executable, possibly on another node. They copy data from one subdomain to another. FLOWS must wait while the mappers are executing, mappers must wait while the FLOWS are executing.
Wait (ext)	: Part of Initialization, Simulation and Closing. ("SYNC, _TO_, _FROM_") Communication with and execution of all "external" modules: Online WAVES, Online WAQ, Online RTC, Fluid Mud.

```

*****
***
*** FINISHED      Delft3D-FLOW
***              runid       : SmallReklamasiflow-Wave
***              date, time  : 2017-10-01, 02:07:18
***
*****

```

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Irin Yanita lahir di Kediri, 03 Juni 1994. Penulis merupakan anak tunggal yang dibesarkan di Kecamatan Kayen Kidul, Kabupten Kediri, Jawa Timur. Oleh sebab itu, sebelum menempuh jenjang pendidikan tingkat sarjana, Penulis menyelesaikan pendidikan wajib 12 tahun di Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat SMA di R-SMA-BI 2 Pare pada Tahun 2012, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan tingkat sarjana di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS Surabaya. Di Departemen Teknik Kelautan inilah Penulis menyelesaikan pendidikan strata satu dengan mengambil Bidang Keahlian

Rekayasa Pantai.

Di tahun pertama perkuliahan, penulis sempat mengikuti 3 Unit Kegiatan Mahasiswa, yaitu UKM Maritime Challenge, Resimen Mahasiswa, dan Pramuka. Penulis aktif dalam berbagai *event* olahraga tingkat regional hingga International. Penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan tingkat institut hingga nasional. Penulis pernah terlibat dalam pembangunan kapal kayu berjenis *yole de bantry* pada tahun 2013 hingga 2014 di Bengkel Non-metal PPNS. Dan di tahun 2014 Penulis terpilih sebagai salah satu *crew Atlantic Challenge International* untuk mewakili Indonesia-Asia Pasifik pada kompetisi dayung dan *seamanship* di Vannes, Perancis. Selain aktif dalam kegiatan olahraga, Penulis yang memiliki hobi memanah dan renang ini juga sangat gemar mengikuti pelatihan pengembangan kepribadian yang diadakan oleh pihak akademik maupun non-akademik.

Kontak dengan Penulis dapat dilakukan di irinycp@gmail.com.